

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-126384

(43)Date of publication of application : 11.05.1999

(51)Int.Cl.

G11B 11/10

G11B 11/10

G11B 11/10

(21)Application number : 09-290599

(71)Applicant : HITACHI MAXELL LTD

(22)Date of filing : 23.10.1997

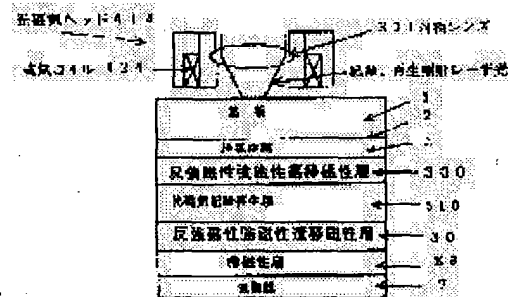
(72)Inventor : SHIMAZAKI KATSUSUKE  
TSUBURAYA YOSHITANE

## (54) MAGNETO-OPTICAL RECORD MEDIUM AND ITS RECORDING AND REPRODUCING METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain excellent recording characteristics in a small external magnetic field by heating a recording assistant magnetic film to a temp. higher than the transition temp. by irradiation of laser light to cause transition of an antiferromagnetic-ferromagnetic transition magnetic material from antiferromagnetism to ferromagnetism and then recording by magnetization in a recording magnetic field to produce a magnetized state in the magneto-optical recording layer.

**SOLUTION:** This magneto-optical recording medium consists of a combination of recording assistant magnetic films 30, 300 comprising an antiferromagnetic-ferromagnetic transition material with a magneto-optical recording reproducing layer 510. In the saturation magnetization curve of the magnetic film comprising an antiferromagnetic-ferromagnetic transition magnetic material used for the recording assistant magnetic film 30 at a temp. higher than the transition temp. of ferromagnetic perpendicular magnetization or higher than the transition critical temp. of perpendicular magnetization of the magnetized film, the intensity of spontaneous magnetization accompanied with saturation magnetization with a small temp. increase after transition to ferromagnetism drastically changes into the intensity over the coercive force of the magneto-optical recording film. Thus, the magnetic field of spontaneous magnetization of the recording assistant magnetic film 30 acts together with the recording magnetic field of a magnetic head to record recording information signals in the magneto-optical recording film.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

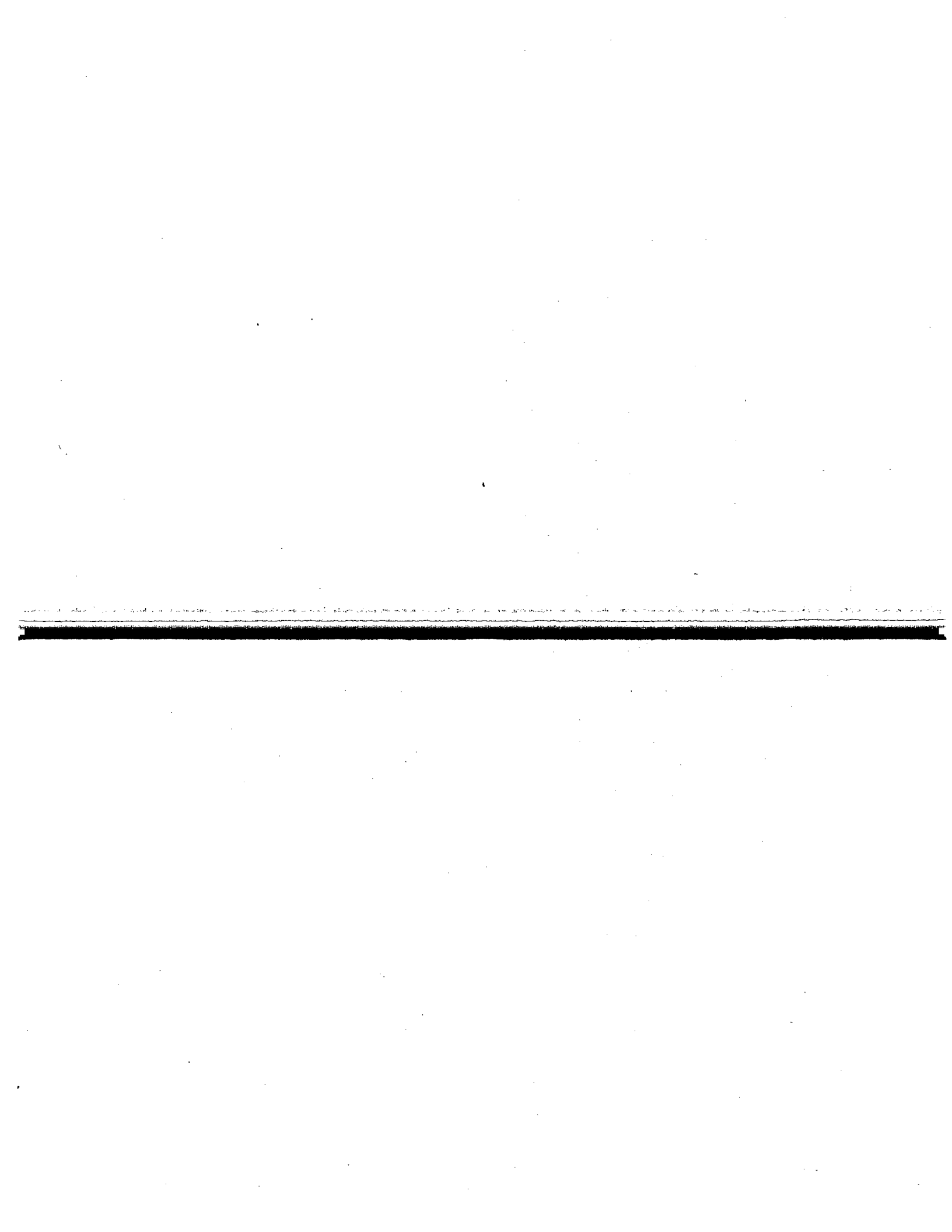
[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]





[illegible]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-126384

(43)公開日 平成11年(1999) 5月11日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

G 1 1 B 11/10

識別記号

5 0 6

5 0 1

5 8 6

F I

G 1 1 B 11/10

5 0 6 A

5 0 6 D

5 0 1 Z

5 8 6 A

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 29 頁)

(21)出願番号

特願平9-290599

(22)出願日

平成9年(1997)10月23日

(71)出願人 000005810

日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72)発明者 島崎 勝輔

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

(72)発明者 円谷 欣胤

茨城県北相馬郡守谷町守谷甲2050-168

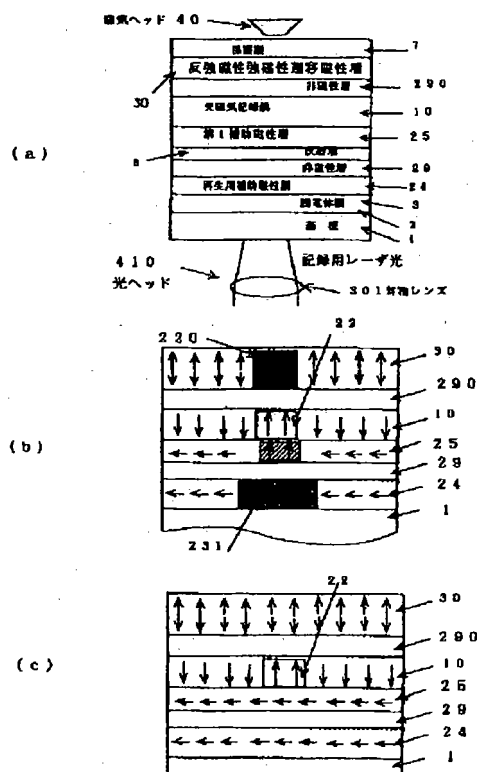
(74)代理人 弁理士 杉浦 康昭

(54)【発明の名称】 光磁気記録媒体及びその記録再生方法

(57)【要約】

【課題】 光磁気記録媒体の高密度な記録及び高容量の記録のために、微小化記録磁区を低パワーの外部磁界によって高い記録感度を得る必要があり、及び光磁気ヘッド形状の小型化のために低い強度の記録磁界で記録する方法が必要である。

【解決手段】 光磁気記録媒体の光磁気記録層に記録用補助磁化のキャッピング層を設けて、キャッピング層の材料に室温以上の温度で強磁化に転移し、転移の際低いパワーの記録磁界によって記録磁化される飽和磁化の大きい磁性材料を用い、キャッピング層の記録磁化の交換結合力によって光磁気記録層を記録磁化する記録の方法を用いることのできる光磁気記録媒体。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも光磁気記録層を有する光磁気記録媒体において、反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる記録用補助磁性膜を積層構成し、前記光磁気記録媒体に記録用レーザ光を照射することによって前記記録用補助磁性膜を転移温度以上に加熱されて反強磁性強磁性遷移磁性材料を反強磁性から強磁性へ転移し、記録磁界下で記録磁化し、ついで前記光磁気記録層に記録磁化を生成させることによって記録されることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項2】 少なくとも光磁気記録層を有する光磁気記録媒体において、常温以上の温度で垂直磁化に転移する磁性材料からなる記録用補助磁性膜を積層構成し、前記光磁気記録媒体に記録用レーザ光を照射することによって前記記録用補助磁性膜を転移温度以上に加熱して垂直磁化に転移し、記録磁界下で記録磁化し、ついで前記光磁気記録層に記録磁化を生成させることによって記録されることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項3】 少なくとも光磁気記録膜を有する光磁気記録媒体において、該光磁気記録膜の両面の少なくとも片方の面側に反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる記録用補助磁性膜を積層構成し、前記光磁気記録媒体に記録用レーザ光を照射することによって前記記録用補助磁性膜が転移温度以上に加熱されて反強磁性強磁性遷移磁性材料を反強磁性から強磁性へ転移し、記録磁界下で記録磁化し、ついで前記光磁気記録層に記録磁化を生成させることによって記録されることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項4】 少なくとも光磁気記録層を有する光磁気記録媒体において、該光磁気記録膜の両面の少なくとも片方の面側に常温以上の温度で垂直磁化に転移する磁性材料からなる記録用補助磁性膜を設け、前記光磁気記録媒体に記録用レーザ光を照射することによって前記記録用補助磁性膜を転移温度以上に加熱して垂直磁化に転移し、記録磁界下で記録磁化し、ついで前記光磁気記録層に記録磁化を生成させることによって記録されることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項5】 少なくとも光磁気記録層を有する光磁気記録媒体において、レーザ光の照射によって垂直磁化へ転移する磁性材料からなる、再生用磁性膜と記録用補助磁性膜とを備えることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項6】 少なくとも光磁気記録層を有する光磁気記録媒体において、前記光磁気記録層の記録用レーザ光入射側に常温で面内磁化を示すが臨界温度 $T_{cr1}$ 以上で垂直磁化へ転移する材料からなる再生用磁性膜と転移温度以上で垂直磁化し、記録磁界下で記録磁化し、ついで前記光磁気記録層に記録磁化を生成させる記録用補助磁性膜とを備えることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項7】 基板上に少なくとも記録用磁化膜と再生用磁化膜を備え、記録用レーザ光を照射することによ

て記録される光磁気記録媒体において、前記記録用磁化膜の近傍に、記録用レーザ光の照射によって加熱されて垂直磁化に転移する記録用補助磁化膜が形成されることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項8】 基板上に少なくとも記録用磁化膜と再生用磁化膜を備え、記録用レーザ光を記録用磁化膜に照射することによって記録する光磁気記録媒体において、前記記録用磁化膜の近傍に副格子磁化の方向が常温で膜面に対して垂直である反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる記録用補助磁化膜を形成することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項9】 基板上に少なくとも記録用磁化膜と再生用磁化膜を備え、記録用レーザ光を記録用磁性膜に照射することによって記録する光磁気記録媒体において、前記記録用磁化膜の近傍に副格子磁化の方向が常温で膜面に対して平行である反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる記録用補助磁化膜を形成することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項10】 請求項5、6、7、8、及び9において、前記記録用磁化膜と前記記録用補助磁化膜とは直接接触することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項11】 請求項5、6、7、8、及び9において、前記記録用磁化膜と前記記録用補助磁化膜との間に非磁性層が介在することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項12】 請求項5、6、7、8、及び9において、前記光磁気記録媒体は、レーザ光の照射によって転移温度以上に加熱されると垂直磁化に転移する補助磁性膜が前記再生用磁化膜に接触して形成されることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項13】 請求項5、6、7、8、及び9において、前記光磁気記録媒体には、レーザ光の照射によって転移温度以上に加熱されると垂直磁化に転移する補助磁性膜が形成されており、該補助磁性膜は前記再生用磁化膜との間に非磁性層が介在されることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項14】 請求項5、6、7、8、及び9において、前記光磁気記録媒体は前記記録用磁化膜と前記再生用磁化膜との間に、レーザ光の照射によって転移温度以上に加熱されると垂直磁化に転移する補助磁性膜が形成されておることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項15】 請求項11において、前記非磁性層には光磁気記録媒体において光反射膜、断熱性膜、誘電体膜、透明保護膜、基板材料等の用いられる材料から選択される材料を用いることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項16】 基板上に少なくとも記録用磁性膜と再生用磁性膜を備え、記録用レーザ光を該記録用磁性膜に照射することによって記録する光磁気記録媒体において、記録用補助磁性膜、記録用磁性膜、非磁性材料膜、室温では面内磁化で臨界温度以上で垂直磁化に転移する第1の補助磁性膜、非磁性材料膜、反強磁性強磁性遷移磁性

材料からなる補助磁性膜、室温では面内磁化で臨界温度以上で垂直磁化に転移する再生用磁性膜として機能する第2の補助磁性膜等の膜層を備えると共に、この順に積層構成されることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項17】 基板上に少なくとも記録用磁性膜と再生用磁性膜を備え、記録用レーザ光を記録用磁性膜に照射することによって記録する光磁気記録媒体において、前記記録用磁性膜、非磁性材料膜、室温では面内磁化で臨界温度以上で垂直磁化に転移する第1の補助磁性膜、非磁性材料膜、副格子磁化の方向が常温で膜面に対して平行であり、再生光の照射によって膜面に垂直な磁化へ転移する反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる補助磁性膜、室温では面内磁化で臨界温度以上で垂直磁化に転移する再生用磁性膜として機能する第2の補助磁性膜等の膜層を備えると共に、この順に積層構成されることを特徴とする光磁気記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光磁気記録媒体及びその記録方法に関し、更に詳しくは、磁気ヘッドの記録磁界出力を低減し、光磁気記録媒体の両面に記録することを可能にし、記録磁区をより微小化して高い記録容量の光磁気記録媒体とその記録方法を提供することに関する。

【0002】

【従来の技術】光磁気ヘッドはレーザビームを光磁気記録媒体に集束照射する対物レンズを保持する光ヘッドと磁界を印加する電磁コイルとから構成される。従来、対物レンズとコイルとを光磁気ディスクを間にはさんでこの両側に配してなる構成の光磁気ヘッドであった。この構成の光磁気ヘッドでは光磁気ディスクの片面にのみ記録する方式であるので、一枚の光磁気ディスクの記録密度を向上させる多くの提案がされている。

【0003】図1はこの種の従来の光磁気ディスク記録再生装置の回路を示す。光磁気ディスク1の片面上部側に磁気ヘッド40が配置され、他面下部側に光ヘッドのアレート43、対物レンズ42が配置される。光ヘッドは例えば図2の41で示すもので対物レンズ42、対物レンズホルダー421、フオカシングアクチュエーター422、トラッキングアクチュエーター423等から構成される。光ヘッド41と磁気ヘッド40とは同一中心線上に配置されて可動する。図1で示すように、光、磁気各ヘッドは半導体レーザ67からのレーザビームがA O変調器68によって変調され、光磁気ディスクの片面から記録層へフオカシング照射して記録層を加熱し、同時に光磁気ディスクの反対側面から磁界変調記録信号が磁気ヘッド40から加えられて加熱した記録層に記録磁区が形成される。

【0004】上記従来の光磁気ヘッドでは光磁気ディスクの片面しか利用できず、一枚の光磁気ディスクに記録

できる記録容量が制限されている。そこで、光磁気ディスクの両面を記録面として利用できるようにするための光磁気ヘッドが提案されている。その例として図3に示すように、光磁気ヘッド411には光ヘッドに磁気ヘッドコイル40が組み込まれており、光磁気ディスクの単面で記録再生が可能になる。

【0005】一方、光磁気記録媒体及びレーザビームを利用する磁気ハードディスク等は記録情報の書き換えが可能であり、情報の記録密度を飛躍的に大きくできる可能性があり、光ヘッドにSIL（ソリッドイマージョンレンズ）を用いる提案が行われている。この種のヘッドには光ヘッドと磁気ヘッドとが、それらの間に光磁気ディスクを挟んで、その光磁気ディスクの両側に配して用いる構成の記録再生装置と、光磁気ディスクの片面に光磁気ヘッドを配置して、光磁気ディスクの両面に記録再生が可能な記録再生装置とがある。この種の光ヘッド、或いは光磁気ヘッドはSILを組み合わせて用いられる。

【0006】一方装置のコンパクト化が高スピードで進展しており、その中でより一層の高密度記録と再生技術、及び高記録容量化には、微小化記録ビットを低い外部磁界によって高い記録感度を得られる記録手段が問題になり、さらに記録磁区信号の状態については、高い解像度の再生信号が得られる記録特性についての問題がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、光磁気ディスクの両面を記録面として利用するための光磁気ヘッドでは中心部にレーザビームの光路空隙と対物レンズ等の光ヘッド部を配置し、その外周部に磁気ヘッドコイル等を配置する構成である。このため光磁気記録膜のレーザビームスポット照射点に加える磁界の磁束密度が小さくなるのでこれを高めるためには強度の大きな磁界を用いる必要がある。しかし形状を極限まで小型化する必要のある光磁気ヘッドによって磁界の強度をより大きくすることが困難である。

【0008】一方、光磁気ディスクの記録再生装置のコンパクト化が高スピードで進展して、高密度記録と再生及び高容量の記録のために、記録ビット或いは記録磁区が微小化しており、この微小化記録磁区を低い外部磁界によって高い記録感度で優れた記録特性を得るための記録手段が課題である。

【0009】さらに記録された微小記録磁区から、高い解像度の再生信号を得る再生手段についても課題がある。さらにまた、書き換えが可能な光磁気記録媒体及びレーザビームを利用する磁気ハードディスク等の記録密度を飛躍的に大きくするために提案されている、SIL（ソリッドイマージョンレンズ）を光磁気ヘッド、或いは光ヘッドに組み込んで用いる場合に、実用可能なヘッドにするための構造と構成を改良しなければならない課

題があり、この光磁気ヘッド、或いは光ヘッドによって高密度及び高容量の記録再生を行うためには、光磁気ディスクの構造と記録膜構成と膜材料について改良が課題である。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は図2に示すように、光ヘッド41と磁気ヘッド40を各々別体で光磁気記録媒体111を挟んで配置して記録再生する片面記録方式の光磁気ディスク及び記録再生装置において要請されている、記録再生レーザビームと記録磁界の低パワー化に 대응することが可能な新規な光磁気ディスク及び磁気ディスクに関する。

【0011】本発明はまた、図3に例示されるような、光ヘッドに磁気ヘッドコイル401を組み込んで一体化した光磁気ヘッド413によって記録媒体の両面に記録再生を行うことを可能にするための光磁気ディスク111として、低出力の記録再生レーザービーム及び低出力の記録磁界である光磁気ヘッド413によって両面の記録再生が可能になる新規な光磁気ディスク或いは磁気ディスクに関する。

【0012】本発明はさらにまた、図4で例示するような、光ヘッド410と磁気ヘッド40との間に記録媒体を挟んで記録再生を行う方式の記録再生装置に、光ヘッド410にSIL412を組み込んだものを用い、且つ該光ヘッド410の記録レーザービーム或いは/及び前記磁気ヘッド40の記録磁界を低出力であるために従来

の光磁気ディスク111、或いは磁気ディスクでは記録再生することができない装置を用いて記録再生が行える新規な光磁気ディスク或いは磁気ディスクに関する。

【0013】本発明はさらにまた、図5に例示されるような、光ヘッドに磁気ヘッドコイル424及びSIL412を組み込んだ光磁気ヘッド414によって記録媒体の両面に記録再生を行うことのできる新規な光磁気ディスク或いは磁気ディスクに関する。

【0014】本発明の第1は、本発明の新規な光磁気ディスク、或いは磁気ディスクは光磁気記録膜或いは磁気記録膜に情報ビットの記録磁区信号を記録するために必要な記録磁界の強度について外部磁界（磁気ヘッドからの低い記録磁界）を補助働きをする記録用補助磁化膜（キャッピング膜またはキャッピング層と略記する）を、前記光磁気記録膜或いは磁気記録膜の表裏両面の少なくとも片方の面に形成することに特徴がある。

【0015】本発明の第2は、さらに、本発明の新規な光磁気ディスク、或いは磁気ディスクに用いる前記記録磁界補助磁化膜（キャッピング膜またはキャッピング層と略記する）の磁性材料に常温では面内磁化であり、記録用レーザビームによって臨界温度 $T_{cr}$ 以上に加熱されると垂直磁化に転移する磁性材料を用いることに特徴がある。

【0016】本発明の第3は、本発明の新規な光磁気デ

ィスク、或いは磁気ディスクに用いる前記キャッピング膜の磁性材料に常温では反強磁性であり、記録用レーザビームによって転移温度 $T_{at}$ 以上に加熱されると強磁性の垂直磁化に転移する反強磁性強磁性遷移磁性材料を用いることに特徴がある。

【0017】本発明の第4は、本発明の新規な光磁気ディスク、或いは磁気ディスクに用いる前記キャッピング膜が光磁気記録膜或いは磁気記録膜の記録用レーザビーム入射側面とは反対側の面に形成することに特徴がある。

【0018】本発明の第5は、本発明の新規な光磁気ディスク、或いは磁気ディスクに用いる前記キャッピング膜を光磁気記録膜或いは磁気記録膜の記録用レーザビーム入射側面に形成することに特徴がある。

【0019】本発明の第6は、本発明の新規な光磁気ディスク、或いは磁気ディスクに用いる前記キャッピング膜が光磁気記録膜或いは磁気記録膜の表裏両面に形成することに特徴がある。

【0020】本発明の第7は、本発明の新規な光磁気ディスク、或いは磁気ディスクが、光磁気記録膜或いは磁気記録膜の表裏両面の少なくとも片方の面にキャッピング膜を形成すると共に前記光磁気記録膜或いは前記磁気記録膜の記録用レーザビーム入射側に他の補助磁化膜として少なくとも再生用磁性膜を形成することに特徴がある。

【0021】本発明の第8は、本発明の新規な光磁気ディスク、或いは磁気ディスクが、記録用レーザビームの照射によって光磁気記録膜或いは磁気記録膜に記録磁区信号を記録すると共に前記光磁気ディスク、或いは磁気ディスクに形成される他の補助磁化膜の少なくとも再生用磁性膜に前記光磁気記録膜或いは磁気記録膜の記録磁区信号が転写される、そのような磁性材料を他の補助磁化膜に用いることに特徴がある。

【0022】本発明の第2及び第3に用いられるキャッピング膜は記録用レーザビームの照射と外部の記録磁界を受けて転移温度以上に達した部分において記録磁化した転移強磁性に関する飽和磁化の磁界を生成して、光磁気記録膜或いは磁気記録膜に記録信号を記録させる記録磁界透過の窓口を形成することに特徴がある。

【0023】さらに本発明の第2及び第3に用いられるキャッピング膜は記録用レーザビームの照射と外部の記録磁界を受けて転移温度以上に達した部分以外の部分においては光磁気記録膜或いは磁気記録膜に対する外部磁界の影響を遮断することに特徴がある。

【0024】さらに本発明の第2及び第3のキャッピング膜に用いられる磁性材料は常温以上の温度で、好ましくは $50^{\circ}\text{C}$ 以上の温度で強磁性垂直磁化に転移し、 $55^{\circ}\text{C}$ 以上の温度で、好ましくは $80^{\circ}\text{C}$ 以上の温度で光磁気記録膜或いは磁気記録膜の保磁力（Oe）よりも強い自発磁化を発生する磁性材料からなる膜層を光磁気記録膜



層或いは磁気記録膜層と組み合わせて用いることに特徴がある。

【0025】さらに本発明の第2及び第3のキャッピング膜に用いられる磁性材料は記録用レーザビームの照射による加熱温度で強磁性垂直磁化に転移し、光磁気記録膜或いは磁気記録膜のキュリー温度( $T_c$ )近傍で光磁気記録膜或いは磁気記録膜の保磁力( $O_c$ )よりも強い磁界を及ぼす飽和磁化を保持する磁性材料からなる膜層を光磁気記録膜層或いは磁気記録膜層と組み合わせて用いることに特徴がある。

【0026】本発明の第7及び第8に用いられる他の補助磁化膜として少なくとも再生用磁性膜には、記録用レーザビームの照射による加熱温度によって光磁気記録膜或いは磁気記録膜に記録磁区信号が記録される際に同時に記録磁区信号が転写される磁性材料を光磁気記録膜層或いは磁気記録膜層と組み合わせて用いることに特徴がある。

【0027】本発明の第9は、少なくとも光磁気記録層を有する光磁気記録媒体において、反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる記録用補助磁性膜を積層構成し、前記光磁気記録媒体に記録用レーザ光を照射することによって前記記録用補助磁性膜を転移温度以上に加熱されて反強磁性強磁性遷移磁性材料を反強磁性から強磁性へ転移し、記録磁界下で記録磁化し、ついで前記光磁気記録層に記録磁化を生成させることによって記録されることに特徴がある。

【0028】本発明の第10は、少なくとも光磁気記録層を有する光磁気記録媒体において、常温以上の温度で垂直磁化に転移する磁性材料からなる記録用補助磁性膜を積層構成し、前記光磁気記録媒体に記録用レーザ光を照射することによって前記記録用補助磁性膜を転移温度以上に加熱して垂直磁化に転移し、記録磁界下で記録磁化し、ついで前記光磁気記録層に記録磁化を生成させることによって記録されることに特徴がある。

【0029】本発明の第11は、少なくとも光磁気記録膜を有する光磁気記録媒体において、該光磁気記録膜の両面の少なくとも片方の面側に反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる記録用補助磁性膜を積層構成し、前記光磁気記録媒体に記録用レーザ光を照射することによって前記記録用補助磁性膜が転移温度以上に加熱されて反強磁性強磁性遷移磁性材料を反強磁性から強磁性へ転移し、記録磁界下で記録磁化し、ついで前記光磁気記録層に記録磁化を生成させることによって記録されることに特徴がある。

【0030】本発明の第12は、少なくとも光磁気記録層を有する光磁気記録媒体において、該光磁気記録膜の両面の少なくとも片方の面側に常温以上の温度で垂直磁化に転移する磁性材料からなる記録用補助磁性膜を設け、前記光磁気記録媒体に記録用レーザ光を照射することによって前記記録用補助磁性膜を転移温度以上に加熱

して垂直磁化に転移し、記録磁界下で記録磁化し、ついで前記光磁気記録層に記録磁化を生成させることによって記録されることに特徴がある。

【0031】本発明の第13は、少なくとも光磁気記録層を有する光磁気記録媒体において、レーザ光の照射によって垂直磁化へ転移する磁性材料からなる、再生用磁性膜と記録用補助磁性膜とを備えることに特徴がある。

【0032】本発明の第14は、少なくとも光磁気記録層を有する光磁気記録媒体において、前記光磁気記録層の記録用レーザ光入射側に常温で面内磁化を示すが臨界温度 $T_{cr1}$ 以上で垂直磁化へ転移する材料からなる再生用磁性膜と転移温度以上で垂直磁化し、記録磁界下で記録磁化し、ついで前記光磁気記録層に記録磁化を生成させる記録用補助磁性膜とを備えることに特徴がある。

【0033】本発明の第15は、基板上に少なくとも記録用磁化膜と再生用磁化膜を備え、記録用レーザ光を照射することによって記録される光磁気記録媒体において、前記記録用磁化膜の近傍に、記録用レーザ光の照射によって加熱されて垂直磁化に転移する記録用補助磁化膜が形成されることに特徴がある。

【0034】本発明の第16は、基板上に少なくとも記録用磁化膜と再生用磁化膜を備え、記録用レーザ光を記録用磁化膜に照射することによって記録する光磁気記録媒体において、前記記録用磁化膜の近傍に副格子磁化の方向が常温で膜面に対して垂直である反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる記録用補助磁化膜を形成することに特徴がある。

【0035】本発明の第17は、基板上に少なくとも記録用磁化膜と再生用磁化膜を備え、記録用レーザ光を記録用磁性膜に照射することによって記録する光磁気記録媒体において、前記記録用磁化膜の近傍に副格子磁化の方向が常温で膜面に対して平行である反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる記録用補助磁化膜を形成することに特徴がある。

【0036】上記記録用磁化膜と記録用補助磁化膜とは直接接触しても、前記記録用磁化膜と前記記録用補助磁化膜との間に非磁性層が介在させてもよい。さらに、光磁気記録媒体は、レーザ光の照射によって転移温度以上に加熱されると垂直磁化に転移する補助磁性膜が前記再生用磁化膜に接触して形成してもよい。

【0037】またさらに、光磁気記録媒体には、レーザ光の照射によって転移温度以上に加熱されると垂直磁化に転移する補助磁性膜が形成されており、該補助磁性膜は前記再生用磁化膜との間に非磁性層を介在させて用いてもよい。

【0038】またさらに、光磁気記録媒体は記録用磁化膜と再生用磁化膜との間に、レーザ光の照射によって転移温度以上に加熱されると垂直磁化に転移する補助磁性膜を形成して用いてもよい。

【0039】さらに、非磁性層は光磁気記録媒体に設

いられる光反射膜、断熱性膜、誘電体膜、透明保護膜、基板材料等の材料から選択して用いてもよい。

【0040】本発明の第18は、基板上に少なくとも記録用磁性膜と再生用磁性膜を備え、記録用レーザー光を該記録用磁性膜に照射することによって記録する光磁気記録媒体において、記録用補助磁性膜、記録用磁性膜、非磁性材料膜、室温では面内磁化で臨界温度以上で垂直磁化に転移する第1の補助磁性膜、非磁性材料膜、反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる補助磁性膜、室温では面内磁化で臨界温度以上で垂直磁化に転移する再生用磁性膜として機能する第2の補助磁性膜等の膜層を備えると共に、この順に積層構成されることが特徴である。

【0041】本発明の第19は、基板上に少なくとも記録用磁性膜と再生用磁性膜を備え、記録用レーザー光を記録用磁性膜に照射することによって記録する光磁気記録媒体において、前記記録用磁性膜、非磁性材料膜、室温では面内磁化で臨界温度以上で垂直磁化に転移する第1の補助磁性膜、非磁性材料膜、副格子磁化の方向が常温で膜面に対して平行であり、再生光の照射によって膜面に垂直な磁化へ転移する反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる補助磁性膜、室温では面内磁化で臨界温度以上で垂直磁化に転移する再生用磁性膜として機能する第2の補助磁性膜等の膜層を備えると共に、この順に積層構成されることが特徴である。

【0042】次に本発明の記録原理について説明する。  
本発明のキャッピング層30に用いる反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる磁性膜の強磁性垂直磁化転移温度 $T_{cr1}$ 以上、或いは磁化膜の垂直磁化転移臨界温度 $T_{cr1}$ 以上の温度における飽和磁化曲線A、Bは、光磁気記録膜の保磁力の温度変化曲線Cとの組み合わせの例によって図6に示す磁性特性から説明する。反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる磁性膜の曲線Aは強磁性に転移した後わずかな温度上昇で飽和磁化に伴う自発磁化の強さが急激に光磁気記録膜の保磁力を越える強さに変化する。従ってキャッピング層30が記録磁界の向きに磁化された自発磁化の磁界が外部磁気ヘッドの記録磁界と一緒にあって、記録用レーザービームスポットによる温度が低い、低パワーの記録用レーザービームで光磁気記録膜に記録情報信号を記録することができる。

【0043】磁化膜からなる曲線Bは垂直磁化に転移した後飽和磁化に伴う自発磁化の強さが、温度の上昇によって光磁気記録膜の保磁力を越える強さに変化する。キャッピング層30が記録磁界の向きに磁化された自発磁化の磁界が外部磁気ヘッドの記録磁界と一緒にあって、光磁気記録膜の保磁力が零になる温度 $T_{c0}$ 近傍よりも低い温度の低パワー記録用レーザービームによって、光磁気記録膜に情報信号を記録する。キャッピング層30の磁性材料のキュリー温度が光磁気記録膜のキュリー温度より低くても用いることのできる材料もあるが、特にキュリー温度が光磁気記録膜のキュリー温度 $T_{c0}$ よりも高いキ

ャッピング層30の材料では記録用レーザービームの出力を大きく低減できる。

【0044】図10は光磁気記録層10の保護膜7側面に反強磁性強磁性遷移磁性材料のキャッピング層30を設けた膜構成の光磁気記録媒体に光ヘッドの対物レンズ301から記録用レーザービームスポットと磁気ヘッド40から記録外部磁界を加えた場合に生成する媒体内積層膜の温度分布状態についての模式図である。記録用レーザービームのフオカシング部分の中心部分が最も高温になり、記録用レーザービーム光スポットの外側方向に低い温度分布であり、記録用レーザービーム光スポットの最小部分の温度勾配が最も大きくなる。記録用レーザービーム光スポットがフオカシングされる積層膜の再生用磁性層24、第1補助磁性層25、非磁性層29、反射層8、光磁気記録層10、及び反強磁性強磁性遷移磁性材料のキャッピング層30等の膜は厚みが極めて薄いために、ほぼ同じ温度分布にあり、加熱された各磁性膜はそれぞれの膜特有の磁気特性に変化する。記録用レーザービーム光スポットの中心部分では、光磁気記録層10の保磁力が記録情報ビットが形成され程度以下に低下する温度領域502があり、再生用磁性層24の面内磁化から垂直磁界へ転移する臨界温度 $T_{cr2}$ 以上の温度領域があり、反強磁性強磁性遷移磁性材料のキャッピング層30の反強磁性が強磁性に転移して記録情報の磁化信号を形成すると同時に光磁気記録層10に対して記録磁界を発生する飽和磁化を形成する温度領域がある。

【0045】図11は光磁気記録媒体記録トラックのランド部54とグルーブ部53に情報記録ビット52を記録する記録用レーザービームスポットと記録磁界を加えて記録用レーザービームスポットの移動後の加熱領域60と、移動した記録用レーザービーム光スポットの新しい照射領域61と、該新しい照射領域61に至る間の連続加熱によって温度が最高まで上昇する領域62とを示す図11(a)に対応させて、前記光磁気記録媒体記録トラック上の60、62、及び61の各領域におけるキャッピング層30、光磁気記録層10、及び再生用磁性層24各々の磁化状態を図11(b)で表したものである。図11では反強磁性強磁性遷移磁性材料に常温では副格子磁化の方向が膜面に対して垂直である材料を用い、再生用磁性層24の磁性材料に常温で垂直磁化の材料を用いた。キャッピング層30の転移温度が最も低いので記録用レーザービーム光スポット新しい照射領域61で強磁性に転移し、磁化の向きが361で示すように記録磁界の向きに磁化される。キャッピング層30の既に磁化された362では光磁気記録層10の温度が上がって保磁力が低下したので記録信号が記録されて、さらに再生用磁性層24へ記録磁区222が転写される。キャッピング層30の既に磁化された後温度が常温まで低下した領域359では元の副格子磁化の方向が膜面に対して垂直な反強磁性に戻っているが、記録層10及び再生

層24には記録磁化が保磁される。

【0046】反強磁性強磁性遷移磁性材料に常温では副格子磁化の方向が膜面に対して平行である材料を用い、再生用磁性層24の磁性材料に常温では面内磁化であるが臨界温度 $T_{cr2}$ 以上では垂直磁化に転移する磁性材料を用い、さらに常温では面内磁化であるが臨界温度 $T_{cr1}$ 以上では垂直磁化に転移すると共に臨界温度 $T_{cr1}$ がキャッピング層30の転移温度( $T_{at}$ )及び再生用磁性層24の臨界温度 $T_{cr2}$ よりも高い磁性材料からなる第1補助磁性層25を用いた場合について図12に示した。キャッピング層30の記録用レーザービームスポットの新しい照射領域61で強磁性に転移し、記録磁界の向き361に磁化される。キャッピング層30の既に磁化された362では光磁気記録層10の温度が上がり保磁力が低下したので記録信号が記録されて、さらに第1補助磁性層25の臨界温度が $T_{cr1}$ 以上になったので再生用磁性層24へ光磁気記録層10の記録磁区が転写磁区231のように転写拡大される。キャッピング層30の既に磁化された後温度が常温まで低下した領域359では副格子磁化の方向が膜面に対して垂直な元の状態の反強磁性に戻り、さらに第1補助磁性層25及び再生用磁性層24も面内磁化の元の状態に戻るが、記録層10では記録磁化が保磁される。

【0047】次に、本発明の再生原理を説明する。本発明の光磁気記録媒体に用いる垂直磁化の光磁気記録膜及び再生用磁性膜は磁性膜の温度が上昇するに伴って保磁力 $H_t$ が低下してキュリー温度 $T_c$ 以上で保磁力が零になる性質を有する。反強磁性強磁性遷移材料からなる補助磁性膜は積層される隣接の磁性層と交換結合して、隣接の磁性層の磁化向きを強力に固定する。反強磁性から強磁性に転移する転移温度 $T_{at}$ を越えると、反強磁性強磁性遷移材料からなる補助磁性膜は強磁性化して、隣接の磁性層との新たな交換結合を生ずる。

【0048】本発明の光磁気記録媒体では、光磁気記録層に記録された記録磁区を再生する手段として、光磁気記録媒体に積層形成される再生用磁性膜及び/或いは反強磁性強磁性遷移材料からなる補助磁性膜に記録磁区を転写させ、拡大させて、この拡大された再生用磁性膜及び/或いは反強磁性強磁性遷移材料からなる補助磁性膜の転写記録磁区から得られる再生用レーザー光の偏光カー回転角を検出することによって読みとり再生する。ところで、S/N比の大きい再生信号を得るためには、光磁気記録層の記録磁区を光磁気記録層から再生用磁性膜及び/或いは反強磁性強磁性遷移材料からなる補助磁性膜へ転写させ、さらに拡大させる段階で、記録磁区信号磁界に記録磁区信号以外の外部磁化、洩れ磁界等のノイズを限りなく零に低減しなければならない。ノイズを低減し明瞭に転写拡大された記録磁区を得るために、光磁気記録層からの限りなく純粋な記録磁区信号磁界に限定するため、他のノイズ磁界をシャットアウトする。故に

のよいノイズ遮蔽、或いはノイズ遮断を行う手段として、本発明の反強磁性強磁性遷移材料からなる補助磁性膜を光磁気記録層の積層膜に用いることは極めて有効である。

【0049】本発明の再生用磁性層に用いる反強磁性強磁性遷移材料からなる補助磁性膜は、常温で副格子磁化の方向が膜面に対して平行或いは垂直な反強磁性であり、再生光の照射によって転移温度 $T_{at}$ を越えると膜面に垂直な強磁性磁化へ転移する。面内磁化の反強磁性強磁性遷移材料からなる補助磁性膜は隣接する磁性膜の面内磁化と交換結合して、磁化向きをそのままに強力に固定する。また副格子磁化の方向が膜面に対して垂直である反強磁性強磁性遷移材料では補助磁性膜に隣接する垂直磁化の磁性膜の磁化の向きを状態のままに強力に固定する。上記磁性膜に転写される記録磁界信号ができるだけ純粋なものにするためには、磁性膜の保磁力に近い転写磁界強度で、磁性膜の保磁力が高い温度で、且つ限られた温度範囲の微小時間に転写を済ませる必要があり、転写後は外部磁界の影響なく拡大させる必要がある。

【0050】反強磁性強磁性遷移材料からなる補助磁性膜が保持する反強磁性から強磁性に或いは強磁性から反強磁性に転移する転移温度 $T_{at}$ は、磁性膜の保磁力の大きい温度で、且つ限られた温度の範囲の微小時間で転写を済ませるために効果的なシャッターとして機能する。即ち、再生用レーザー光によって、磁性膜と反強磁性強磁性遷移材料からなる記録用補助磁性膜(キャッピング層)30との積層間に働く強い交換結合力を一時的に弱めるか或いは解消して、磁化の向きが記録磁区の転写磁界の向に追従できるように、反強磁性強磁性遷移材料からなる補助磁性膜を機能させる。即ち反強磁性強磁性遷移材料からなる補助磁性膜によって純粋な記録磁区の磁界だけを透過させて再生用磁性膜へ加えることができるようにすること、及び記録磁区が再生用磁性膜に転写される瞬間だけ交換結合力を弱めるか或いは反強磁性強磁性遷移材料の補助磁性膜を強磁性化すること、等が反強磁性強磁性遷移材料を用いた補助磁性膜の重要な機能である。

【0051】再生用磁性膜の材料は臨界温度 $T_{cr2}$ 近傍の温度で光磁気記録層の記録磁区信号の磁界よりも小さい保磁力になる材料を用いることが好ましい。再生用磁性膜に転写した記録磁区のカー回転角が再生レーザー光によって読みとられ、記録情報が再生される。このようにしてS/N比の高い再生信号が得られる。本発明では、再生用磁性膜及び補助磁性膜は臨界温度 $T_{cr2}$ と反強磁性から強磁性に或いは強磁性から反強磁性に転移する転移温度 $T_{at}$ が、 $T_{cr2} < T_{at}$ となるように再生用磁性膜及び補助磁性膜の材料を選定して用いるため、再生用磁性膜の垂直磁化状態となりうる領域は、再生光が照射された再生光スポット領域内の温度が $T_{cr2}$ 以上に達した領域である。即ち再生用磁性膜の臨界温度 $T_{cr2}$ より

に達した領域内では、面内磁区で存在することができないので、この臨界温度 $T_{cr2}$ 以上に達した領域では転写された記録磁区の拡大が進行する。

【0052】この光磁気記録媒体に、磁性膜の加熱温度の最高温度が所望の温度になるように、適当なパワーの再生光を照射すると、再生用磁性膜中に $T_{cr2}$ 以上となり垂直磁化状態となりうる領域が発生する。その温度の領域が光磁気記録膜に記録されている記録磁区Mの径以上、好ましくは再生光スポット径以上となるような臨界温度 $T_{cr2}$ を保持する磁性材料を選択して再生用磁性膜に用いるか、或いは再生光のパワーを設定して用いる。

【0053】光磁気記録媒体に、再生レーザ光を照射して再生用磁性膜中に、 $T_{cr2}$ 以上となり垂直磁化状態が発生した時点において再生層補助磁性膜の転写磁区（ドメイン）は拡大するが、再生光が読み取れる大きさ、例えば再生光スポットの径よりも大きく拡大する。再生用磁性膜にはGduFeVCo合金について元素比u v wの最適な値の材料を選択して用いる。

【0054】光磁気記録膜は $T_{cr2}$ 以上の領域内の温度分布に対応する磁化の分布を有し、最高到達温度となる領域及びその近傍でその値が充分大きくなるような磁気特性を有している。各磁性膜の磁気特性を上記のように設定したため、光磁気記録膜中の温度が高く且つ磁化が充分大きい領域の磁区Mのみが、磁区Mの領域で作用する光磁気記録膜と補助磁性膜間の交換結合力、及び光磁気記録膜或いは補助磁性膜と再生用磁性膜間の大きな静磁結合力によって、再生用磁性膜中の温度が高く且つ保磁力が充分小さい領域に転写される。これにより、まず充分な再生分解能が得られる。

【0055】次いで、再生用磁性膜に転写された磁区は、 $T_{cr2}$ 以上の領域内の垂直磁気異方性と転写された磁区からの交換結合力により、図12に示したように拡大すると考えられる。再生後、即ち再生レーザー光が移動した後、読み出し部は $T_{cr2}$ 以下に冷却され、再生用磁性膜は面内磁化膜となり元の状態に戻る。

【0056】再生用磁性膜の磁区拡大の効果は、再生用磁性膜中の転写磁区が再生光スポット径以上に拡大されたときに最大になる。この状態では、光磁気記録膜中に記録された磁区の大きさや形状に関係しない、再生用磁性膜の性能指数と再生ビーム光のみによって決まる極めて大きい再生出力が得られる。以上のような再生動作時の温度においても、光磁気記録膜の保磁力は充分大きいために、磁化として記録された情報は完全に保持されている。

【0057】補助磁性膜に転写された磁区は再生用磁性膜に転写される。本発明では、補助磁性膜及び再生用磁性膜はそれぞれの臨界温度が $T_{cr1} > T_{cr2}$ となるように設定されているため、図2の媒体内の温度プロファイルに示すように、再生用磁性膜中の垂直磁化状態となりうる領域は、補助磁性膜28中のそれよりも径が大きく

なる。このため、図12に示すように、再生用磁性膜中の転写磁区231は再生用磁性膜中の垂直磁化状態となりうる領域内の垂直磁気異方性によって拡大される。

【0058】

【発明の実施の形態】以下、本発明の光磁気記録媒体及びその再生方法の実施の形態及び実施例を図面を参照しながら説明する。本発明の実施例における反強磁性強磁性遷移材料は記録用磁性層の記録用補助磁性膜としてキャッピング層に限定して用いるものではなく、記録情報を再生する再生層の再生手段の材料として用いることができる。従って同一の媒体の記録用補助磁性層のキャッピング層と再生用磁性層の補助磁性層の2カ所に用いることもできる。

【0059】また反強磁性強磁性遷移材料を記録用磁性層の補助磁性膜として記録用磁性膜の両面に形成して用いることができる。図7、図8、及び図9は一般に用いられてよく知られている光磁気記録媒体のTbFeCo合金からなる光磁気記録再生層510に反強磁性強磁性遷移材料からなる記録用補助磁性膜（キャッピング層）30及び300を組み合わせる積層を行って構成した光磁気記録媒体であり、情報記録信号の記録際に記録用レーザビームスポットのパワーを低減する効果が得られる。このために、磁気ヘッド用コイルを光ヘッドに組み込んで光ヘッドと磁気ヘッドとを一体に構成した光磁気ヘッド414を用いることが可能になり、光磁気ディスクの両面記録再生を可能にする効果が得られる。

【0060】反強磁性強磁性遷移材料の強磁性化に伴う飽和磁化の温度特性と光磁気記録再生層磁性材料の保磁力の温度特性との相互関係は、FeRh合金の反強磁性強磁性遷移材料とTbFeCo合金の光磁気記録再生層材料の例で図26に示すような状態になる。

【0061】

【実施例1】図13(a)の模式図で示す光磁気記録媒体は一般的な光磁気ヘッドを用いて記録再生が行える記録媒体で、基板1の上に、第1誘電体膜3、再生用磁性膜24、非磁性層29、光磁気記録膜10、反強磁性強磁性遷移材料からなる記録用補助磁性膜（キャッピング層）30、第2誘電体膜31、反射膜8、保護膜7がこの順に積層する。第1誘電体膜3、第2誘電体膜31、及び非磁性層29には窒化珪素(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、酸化アルミ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、窒化アルミ(AlN)等の材料から選択して用いる。基板1にはポリカーボネイト樹脂を用いる。反射膜8にはAl金属、AlTi合金等から選択して用い、その外側に紫外線硬化性樹脂塗布し、硬化して保護膜7を積層形成する。基板1の片面にはプリフオマッティング2を形成し、このプリフオマッティング2形成面側に誘電体膜3を配置積層する。光磁気記録膜10にはTbFeCoの合金、或いは必要ならばTbFeCoの合金にNb、Cr等から選択して添加した合金を用いる。

【0067】図13(a)及び図13(b)の反強磁性強磁性遷移材料からなる記録記録用補助磁性膜(キャッピング層)30に、常温で副格子磁化の方向が膜面に対して垂直な反強磁性強磁性遷移材料を用いた光磁気ディスクについて、記録情報信号を記録する行程は図15に示す。図15(a)は光磁気記録膜10と反強磁性強磁性遷移材料からなる記録記録用補助磁性膜(キャッピング層)30と再生用磁性膜24の組み合わせ順についての模式図である。再生用磁性膜24側から記録レーザ光を照射させると、図15(b)に示すように、反強磁性強磁性遷移材料からなる記録記録用補助磁性膜(キャッピング層)30の転移温度 $T_{at}$ 以上に達した斜線部分220は膜面に垂直な強磁性へ転移する。その部分220に隣接する光磁気記録膜10には交換結合磁化による記録磁区或いは記録ビット22が記録される。再生用磁性膜24には転写記録磁区が形成され、ついで転写記録磁区の磁壁部分では交換結合の影響を受けて $T_{cr2}$ 以上の領域で図15(b)の231で示すように転写記録磁区が拡大する。常温の状態では光磁気記録膜10と反強磁性強磁性遷移材料からなる記録記録用補助磁性膜(キャッ

ング層) 30との間で交換結合されて図15(c)の状態になる。図15の臨界温度 $T_{cr2}$ と反強磁性から強磁性へ転移する温度 $T_{at}$ は $T_{cr2} < T_{at}$ の関係にある。

【0068】

【実施例2】記録用記録補助磁性膜(キャッピング層) 30に常温で副格子磁化の方向が膜面に対して平行な反強磁性強磁性遷移材料を用いる。この光磁気ディスクの記録について図16に模式図で示す。図16(a)は光磁気記録層10と常温で副格子磁化の方向が膜面に対して平行な反強磁性強磁性遷移材料からなる記録記録用補助磁性膜(キャッピング層) 30と非磁性膜25と常温で垂直磁化の再生用磁性膜24等の膜構成についての模式図である。再生用磁性膜24側から記録用レーザ光を照射されると、図16(b)に示すように、反強磁性強磁性遷移材料からなる記録記録用補助磁性膜(キャッピング層) 30の転移温度 $T_{at}$ 以上に達した部分は膜面に垂直な強磁性に転移すると同時に磁気ヘッド40の記録磁界を受けて磁化220を生成し、記録温度 $T_1$ 以上では光磁気記録層10に交換結合によって記録磁区22が記録される。光磁気記録層10の記録磁区22の発生時に光磁気記録層10より保磁力の小さい垂直磁化の再生用磁性膜24に転写磁区222が生成する。その他は実施例1と同じである。

【0069】

【実施例3】本発明の実施例3で用いる光磁気ディスクの積層膜構成について図17に模式図で示す。この積層膜構成は光磁気記録層10と再生用記録層24との間に常温で面内磁化臨界温度 $T_{cr1}$ 以上で垂直磁化の第1補助磁性層25を形成する。記録用補助磁性膜(キャッピング層) 30には反強磁性強磁性遷移磁性材料を用いる。光磁気記録層10の外面には紫外線硬化性樹脂の保護膜を形成する。その他は図13(a)と同じである。

【0070】図17に記載する光磁気記録媒体の積層膜の中で上記第1補助磁性層25と光磁気記録層10との間に窒化珪素( $Si_3N_4$ )の非磁性層29を挿入し、光磁気記録層10と記録用補助磁性膜(キャッピング層) 30との間にAlTi合金の反射膜8を形成した図18に記載する積層膜構成の光磁気記録媒体では、図17或いは図13の光磁気記録媒体よりも記録用レーザビームの照射と記録磁界によって記録される記録感度が高くなり、よい記録特性が得られ、且つ再生用レーザビームによる再生用記録層24への記録磁区の転写感度がよく、転写記録磁区の再生信号特性はS/N比が大きくなる。

【0071】図17及び図18の記録媒体の各磁性膜の飽和磁化温度特性と光磁気記録層10のE保持力及びA磁界の温度変化について図19に記載する。記録用補助磁性膜(キャッピング層) 30はC反強磁性強磁性遷移磁性層飽和磁化曲線のようにあり、再生用記録層24の飽和磁化はB曲線のようにあり、第1補助磁性層25の

飽和磁化はD曲線のようにある。光磁気記録層10の記録は温度 $T_2$ のG2以上で行われる。従って従来の記録温度 $T_1$ のG1位置に比較すると記録温度が低減されるから記録用レーザビームのパワーを小さくできる効果が得られる。転移温度の関係は $T_{at} < T_{cr2} < T_{cr1}$ の関係にある。その他は実施例1と同じである。

【0072】

【実施例4】図20に光磁気記録層10のキャッピング層に常温で副格子磁化の方向が膜面に対して垂直な反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる記録用補助磁性膜30を用い、さらに常温で副格子磁化の方向が膜面に対して平行な反強磁性強磁性遷移磁性材料を再生用補助磁性膜300に用いる光磁気記録媒体について積層膜構成の模式図を示す。光磁気記録層10の片面に反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる記録用補助磁性膜(キャッピング層) 30を接触して積層し、光磁気記録層10の反対面に反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる再生用補助磁性膜300を接触積層する。キャッピング層30の外側には第2誘電体層31、反射層8、紫外線硬化樹脂の保護膜7をこの順に積層し、再生用補助磁性膜300の再生レーザ光入射側に第1誘電体層3、基板1を配置形成する。基板1の記録層側面にプリフオマッティング2を形成する。

【0073】図20(a)に記載する本発明の光磁気記録媒体の積層体構造は、対物レンズ301を保持する通常の光ヘッドを用いた記録再生装置によって記録再生を行う方式で、リタージェン等の小さい光学的特性に優れた透明な基板11から記録用レーザ光を照射するように構成されている。記録用レーザビームスポットを照射して加熱温度が発生すると図20(b)で模式的に示すが、反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる記録用補助磁性膜(キャッピング層) 30及び反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる再生用補助磁性膜300の記録用レーザビームスポット加熱部分が転移温度 $T_{at1}$ 、 $T_{at2}$ になると強磁性垂直磁化に転移して、記録磁気ヘッド40からの記録磁界によって記録磁化22に磁化される。光磁気記録層10には記録用補助磁性膜(キャッピング層) 30の転移記録磁化の交換結合力が働き、記録磁区220が記録される。一方反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる再生用補助磁性膜300の強磁性垂直磁化転移部分には記録磁化が転写拡大した磁区231が生成する。記録後冷却した磁性層では図20(c)の模式図のように光磁気記録層10の記録磁区以外は元の状態に戻る。

【0074】図20の光磁気ディスクの反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる再生用補助磁性膜300と光磁気記録層10との間に窒化珪素の非磁性層を介在させた媒体について図21に記載する。記録及び記録磁化の転写拡大のメカニズムに変わりはなく、記録特性及び記録磁化の転写拡大特性も図20の光磁気記録媒体と同じである結果が得られる。



## 【0075】

【実施例5】図17の光磁気記録媒体における第1補助磁性膜25の磁性材料の代わりに常温では垂直磁化であるが臨界温度 $T_{cr3}$ 以上で面内磁化に転移する再生用第3補助磁性材料125を用い、光磁気記録層10に接触するキャッピング層には常温で副格子磁化の方向が膜面に対して垂直な反強磁性を示す反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる記録用補助磁性膜30を用いた光磁気記録媒体の模式図を図22に示す。

【0076】光磁気記録層10、常温垂直磁化で面内磁化転移の臨界温度 $T_{cr3}$ を持つ再生用第3補助磁性材料125、常温反強磁性で強磁性転移温度 $T_{at}$ を持ち常温で副格子磁化の方向が膜面に対して垂直な反強磁性強磁性遷移磁性材料からなる記録用補助磁性膜（キャッピング層）30、及び常温面内磁化で垂直磁化転移臨界温度 $T_{cr2}$ を持つ再生用磁性膜24等について磁性膜の保磁力-温度特性曲線について図23に示す。各磁性膜のキュリー温度は $T_{c0} < T_{c2} < T_{c3}$ のように材料を設定される。この際の磁化転移温度は $T_{at} < T_{cr2} < T_{cr3}$ である。予め再生用第3補助磁性材料の臨界温度 $T_{cr3}$ 以上の温度になるようにパワーを制御した記録用レーザービームを照射し、磁気ヘッドから外部記録磁界 $H_{ex}$ を加え、記録用補助磁性膜30の強磁性転移温度 $T_{at}$ 以上に達した部分を記録磁化する。さらにキャッピング層記録用補助磁性膜30の記録磁化と光磁気記録層10の磁化を交換結合させて記録磁区22を記録させる。

【0077】次に光磁気記録層10の記録磁区22は再生用第3補助磁性材料の臨界温度 $T_{cr3}$ 以下の温度の部分で再生用磁性膜24に転写されるが、第3補助磁性材料の臨界温度 $T_{cr3}$ 以上の温度に達した部分では第3補助磁性膜125によって磁界が遮断され、安定した転写記録磁化が再生される。その他は実施例1と同じである。

## 【0078】

【実施例6】本発明の実施例6で用いる光磁気ディスクの積層膜構成について図24に模式図で示す。この積層膜構成は光磁気記録層10と再生用記録層24との間に常温で面内磁化臨界温度 $T_{cr1}$ 以上で垂直磁化の第1補助磁性層25を形成する。記録用補助磁性膜（キャッピング層）30には常温で副格子磁化の方向が膜面に対して垂直な反強磁性強磁性遷移磁性材料を用いる。光磁気記録層10の外面には紫外線硬化性樹脂の保護膜を形成する。さらに記録用補助磁性膜（キャッピング層）30と光磁気記録層10との間に非磁性層290を介在させ直接接触させないようにし、第1補助磁性層25と再生用記録層24との間に非磁性層29を介在させて直接接触させないようにする膜構成である。従って常温では光磁気記録層10と記録用補助磁性膜（キャッピング層）30とは静磁結合の状態にある。図24に記載する積層膜の非磁性層29及び非磁性層290には酸化珪素（S

i<sub>3</sub>N<sub>4</sub>）、酸化アルミニウム、酸化珪素、AlTi合金等から選択して用いる。第1補助磁性層25と光磁気記録層10とは直接接触させて積層する。各磁性層の転移温度の関係は $T_{at} < T_{cr2} < T_{cr1}$ の関係にある。

【0079】記録用補助磁性膜（キャッピング層）30の記録用レーザービームスポット照射と、磁気ヘッドから記録磁界とが及んだ部分220が強磁性に転移し記録磁界の向きに垂直磁化し、記録用補助磁性膜30の垂直磁化とで静磁結合が発生した光磁気記録層10に記録磁化22が生成する。次に第1補助磁性層25の臨界温度 $T_{cr1}$ に加熱した部分での垂直磁化転移部分は光磁気記録層10の記録磁化22との交換結合力を受けて磁化し、さらに臨界温度 $T_{cr2}$ の低い再生用記録層24では記録磁区の転写と転写垂直磁化による交換結合が働いて転写垂直磁化231が拡大する。上記過程は極微小時間に進行し、図24（b）で現される状態を経過する。記録動作が進行して常温になった部分は光磁気記録層10の記録磁化22以外は元の状態に戻る。その他は実施例1及び図13（a）と同じである。

## 【0080】

【実施例7】図24（a）に示す積層膜構造の光磁気記録媒体の基板1、12、及び樹脂材料保護膜7、71の外表面に酸化珪素（SiO<sub>2</sub>）の保護膜を形成した2枚の光磁気記録媒体について、樹脂材料保護膜7、71の外表面の酸化珪素（SiO<sub>2</sub>）保護膜同志をエポキシ樹脂系接着剤100で張り合わせて、図25に示す構成の両面記録型光磁気ディスクを作製した。光磁気記録媒体単板は図24（a）と同じである。この光磁気ディスク単板は厚みが0.60mmであるが、張り合わせた両面記録型光磁気ディスクは1.30mmの厚さであった。光ヘッドと磁気ヘッドコイル424を一体にした光磁気ヘッド424によって光磁気ディスクの両面に別々に情報を記録することができる。記録した情報について再生用レーザービームを照射して再生を行った。得られた再生信号は図24（a）単板で得られた高いS/N比とはほぼ同じdBの再生信号を得ることができた。その他は実施例6と同じである。

【0081】上記実施例1から実施例7までの実施において用いた材料、製造方法、稼働手段、測定方法、環境条件、及びその他については以下に記載するようになった。

【0082】本発明の光磁気記録媒体に用いられる、透明基板1としては、例えばポリカーボネートやアモルファスボレオレフィンなどの透明樹脂材料を所望の形状に成形したものや、所望の形状に形成されたガラス板の片面に所望のプリフォーマットパターン2が転写された透明樹脂膜を密着したものなど光透過性のある任意の基板を用いることができる。誘電体膜3は、膜内で再生用光ビームを多重干渉させ、見かけ上のカー回転角を増加するために設けられるものであって、透明基板1よりも屈

折率大きい、例えばSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>からなる無機誘電体にて形成することができる。保護膜は、基板と保護膜との間に積層される膜体を腐食等の化学的な悪影響から保護するためのものであって、例えば、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜よりなる。光磁気記録膜10は室温以上の温度で垂直磁気異方性を示す垂直磁化膜であり、例えば、FeCo、DyFeCo、DyFeCoなどの希土類と遷移金属の非晶質合金が最も好ましいが、Pt膜とCo膜の交互積層体やガーネット系酸化物磁性体などの他の知られた光磁気記録材料を用いることもできる。

【0083】補助磁性膜28及び再生用磁性膜24は、室温(R. T.)から室温以上のある臨界温度(T<sub>cr</sub>2)までは面内磁化膜であり、T<sub>cr</sub>2以上では垂直磁化膜に転移する磁気特性を有する。なお、本明細書において室温とは光磁気記録媒体が通常使用される雰囲気温度を示し、使用場所に応じて異なり、特に特定の温度に限定されるものではない。

【0084】膜面に垂直な方向に外部磁界を印加した場合のカー効果のヒステリシスループから求めた $\theta_{KR}/\theta_{KS}$  ( $\theta_{KR}$ : 残留カー回転角、 $\theta_{KS}$ : 飽和カー回転角)の温度依存性を調べてみると、補助磁性膜の材料として

材料	
光磁気記録膜	FeCo
補助磁性膜	GdFeCo(I)
再生用磁性膜	GdFeCo(II)

上記のように作製したディスクのデータ記録領域に、レーザービームを一定周期のパルス状に照射しながら外部磁界を記録信号に応じて変調させて記録を行う光磁界変調方式を用いて、テスト信号を記録した。記録光パルスのデューティー比は50%であった。種々の記録マーク長の記録マークが形成されるようにテスト信号を与えた。次いで、対物レンズの開口数NA=0.55、レーザー波長340、640、780nm等のピックアップを用い、線速度7.5m/sec、再生パワー2.5mW、再生時外部印加磁界をゼロとして種々の長さの記録マークを再生した。再生C/N比(C: キャリアレベル、N: ノイズレベル)を測定した。

【0088】本実施例に係るサンプルディスク(データは実線)では、記録マーク長0.2 $\mu$ mにおいても、著しく高い再生C/Nが得られることがわかった。従って、本発明を用いれば、従来の再生限界を超えた極めて微小な記録マークの再生が可能となり、記録密度を向上させることができる。

【0089】記録及び再生用の光源として、波長680nm、レンズ開口数0.55の光ヘッドを用いた。光磁気ディスクへの記録は光パルス強度変調法を用いた。記録は、線速度が5m/s、記録周期320ns、記録レーザーパワー7.5mW、パルス幅53.3ns、記録磁界500Oeの条件で行った。0.8 $\mu$ mの記録磁区

は、例えばGdFeCo、GdFe、GdFeCo、GdDyFeCoなどの希土類と遷移金属の非晶質合金が最も好ましい。

【0085】誘電体膜3、再生用磁性膜24、補助磁性膜28、光磁気記録膜10及び保護膜7は、例えば、マグネトロンスパッタ装置による連続スパッタリング等のドライプロセスにより形成することができる。

【0086】光磁気記録媒体、即ち光磁気ディスクの補助磁性膜28を示す。サンプルは、プリフォーマットパターンを有するガラス基板上に、SiN膜よりなる誘電体膜と、Gd<sub>25</sub>Fe<sub>56</sub>Co<sub>19</sub>(II)よりなる再生用磁性膜と、Gd<sub>28</sub>Fe<sub>53</sub>Co<sub>19</sub>(I)膜よりなる補助磁性膜と、21Fe<sub>66</sub>Co<sub>13</sub>膜よりなる光磁気記録膜と、SiN膜よりなる保護膜とを順次スパッタリング法により被着形成して作製した。この場合の各補助磁性膜及び光磁気記録膜の厚さ並びに磁気特性を表1に示す。表中のT<sub>c</sub>はキュリー温度を表し、T<sub>cr</sub>は、再生用磁性膜の面内磁化膜が垂直磁化膜に変化する、或いは垂直磁化膜が面内磁化膜に変化する臨界温度を表わす。

【0087】

【表1】

膜厚 (nm)	T <sub>c</sub> (°C)	T <sub>cr</sub> (°C)
50	270	—
70	>400	150
60	>400	90

は1と0等のデータに対応して0.8 $\mu$ m間隔で記録された。

【0090】この記録磁区を、次の再生条件で再生した。線速度を5.0m/sとし、再生レーザーパワーは磁区拡大のための低パワーPr1として1.5mW、磁区縮小(または消滅)のための高パワーPr2として3.5mWの二つのパワーレベルに変調した。再生パワーの変調周期は160nsであり、低パワーPr1で150ns照射し、高パワーPr2で10ns照射した。再生磁界は一定の直流磁界を用い、記録方向へ約800e印加した。この磁界は、対物レンズ・アクチュエーターからの漏洩磁界によっても代用が可能である。

【0091】再生波形から、記録磁区が存在している部分だけで信号が上昇して、記録磁区が存在しないところでは信号は上昇していないことがわかった。このことは、再生光が記録トラックの記録磁区が存在している部分を走査しているときだけ、再生層において記録磁区が転写、拡大していることを意味する。さらに、再生信号は、磁気超解像モード、すなわち、磁区転写された磁区が拡大されずに再生された場合の再生信号の約1.5倍の大きさに増幅されていた。この再生信号の増幅効果はさらに微細な記録磁区において顕著に効果を現し、0.4 $\mu$ m以下の微小磁区を記録した場合においても飽和振幅(再生層の全ての磁化が下向きの場合の再生信号と再



生層の全ての磁化が上向きの場合の再生信号との差) に対して80% (対飽和振幅比) の再生信号出力を得ることができた。

【0092】上記実施例の再生条件は、次のように説明することができる。すなわち、パワー変調した再生光の低パワーPr1で磁区転写及び磁区拡大が起こる温度領域、即ち、 $T_{cr2} = 175^{\circ}\text{C} \sim T_{c0mp} = 240^{\circ}\text{C}$ にまで再生層が加熱され、高パワーPr2で磁区消滅が起こる温度領域(エリアc) 即ち、 $T_{comp} (240^{\circ}\text{C})$ を超える温度から $T_{c0} = 270^{\circ}\text{C}$ までに加熱されている。また、記録方向へ印加した直流磁界約800eは、磁気温度曲線A及びBを図に記載のような関係に位置させている。すなわち、この実施例で用いた光磁気ディスクの磁気温度特性と印加した直流磁界との関係は、以下の要件(3) 及び(4) を満足している。以下に、この実施例で説明した再生方法に必要な要件を列挙する。なお、この実施例で用いた光磁気記録媒体の再生層と記録層自体の磁気特性は、前述のように以下の(1) 及び(2)の要件を満足している。

【0093】(1) 少なくとも室温で膜面方向に磁化される再生層が、垂直方向へ磁化する臨界温度 $T_{cr2}$ とキュリー温度 $T_{c0}$ の間に補償温度 $T_{c0mp}$ を有すること。

【0094】(2) 記録層のキュリー温度 $T_c$ が再生層の補償温度 $T_{c0mp}$ と再生層のキュリー温度 $T_{c0}$ との間の温度にあること。

【0095】この実施例では前記特定の材料を用いて光磁気ディスクを構成し、DC磁界=800eを記録方向に印加することにより上記要件(1)～(2)を満足させたが、この要件(1)～(2)を満足させることができる材料及び積層構造を有する光磁気記録媒体並びに再生時に印加する外部磁界の大きさであれば、任意のものを用いることができる。再生時に印加するDC磁界は記録方向のみならず、消去方向であってもよい。

【0096】本発明の再生方法においては、DC磁界の下で、再生光パワー強度を変調することによって、

(a) 磁区転写、(b) 磁区拡大及び(c) 転写磁区の消滅のプロセスを実行している。これらのプロセスが行われる時間は、記録層、補助磁化層、再生層の磁気特性のみならず、記録層、補助磁化層、再生層、非磁性層、誘電体層、保護層、及びその他の積層可能な磁性層または非磁性層、基板等の温度上昇速度や各層間の伝熱速度にも依存する。これらの速度は、それらの層を構成する材料の熱伝導性、厚み、積層構造等を適宜変更することによって調節することができ、それによって所望の再生アクセス速度に対応させることができる。

【0097】再生層に隣接する誘電体層及び非磁性層は適度な断熱性を持つことが好ましいが、その断熱性の程度は、記録再生のアクセス速度、或いは記録媒体における記録再生の線速度の大きさ、再生層及び記録層の熱伝導性とを組み合わせた熱特性との関係で適宜調整する。

とができる。

【0098】上記実施例では光磁気記録媒体の再生層が誘電体層と非磁性層によって挟まれている構造を示したが、上記再生層磁性層に接して面内方向の磁気異方性を有する磁性体を積層してもよい。この磁性体は、そのキュリー温度まで面内方向の磁気異方性が優勢で、そのキュリー温度は再生層のキュリー温度とほぼ等しいことが望ましい。かかる磁性体を再生層に接して積層することにより、再生時の転写磁区におけるブロッホラインの発生を抑制し、その抑制作用により再生時のノイズを低減することができる。かかる磁性体の材料としては、PTc0合金、例えば、Coを25原子%含むPTc0合金やGdFeCo合金等を用いることができる。なお、かかる磁性体は再生層の上側あるいは下側のいずれの側に接して積層してもよい。

【0099】パルス光を照射しながら記録信号に応じて印加磁界の極性を変調する光磁界変調方式や、DC磁界を印加しながら記録信号に応じて光強度を変調する光変調方式を用いてそれぞれ記録を行ったが、通常のDC光を用いた磁界変調記録方式、光変調記録方式並びに光磁界変調方式のいずれの方式を用いてもかまわない。

【0100】また、上記各実施例に用いた光磁気記録媒体は、各実施例に記載した積層膜構成の光磁気記録媒体に限定されるものではなく、各図に記載した各光磁気記録媒体の何れを各実施例に用いてもかまわない。

【0101】

【発明の効果】本発明では、光磁気記録膜に記録用補助磁性膜(キャッピング膜)を形成する構成の光磁気記録媒体について、記録用補助磁性膜の材料に常温では反強磁性で転移温度以上で強磁性に転移する反強磁性強磁性遷移磁性材料を用いることによって、或いは常温では面内磁化で臨界温度以上で垂直磁性に転移する磁性材料を用いることによって記録用レーザビームの照射によって記録用補助磁性膜を垂直磁化に転移させる過程で記録磁化向きに磁化し、この記録磁化の交換結合力によって光磁気記録膜に記録磁化を記録することによって、従来の記録用レーザビームパワーよりも低いパワーで記録する効果が得られる。光磁気記録膜の記録磁化を再生用磁性膜に転写し、さらに転写磁化を拡大させて再生する方式を上記記録方式とに組み合わせて用いることのできる光磁気記録媒体が得られる。これによって低パワーのレーザビームによって再生が可能な高密度記録のための超微細な記録磁区を記録することができる。また転写して拡大する記録磁化のノイズになるような外部磁場、洩れ磁界等の磁気ノイズの影響を抑制して、S/N比の高い、或いはC/N比が大幅に向上した記録特性と再生信号を得ることを可能にした。

【0102】さらに、再生光スポット径に比べて極めて微小なために従来再生できなかった記録マークについても、独立して再生することができ、光磁気記録媒体

の記録密度を著しく向上させることができる。また、再生時に印加する磁界はDC磁界でよく交番磁界を用いる必要がないため、安価で簡単な構造の再生装置を用いて、再生操作を行うことができる。

【0103】この光磁気記録媒体を用いることにより、再生光スポットより小さな微小磁区を記録信号として記録した後、かかる微小磁区を他の磁区と区別して且つ増幅された再生信号で検出することができる。それゆえ、本発明の光磁気記録媒体は、高密度光磁気記録媒体として極めて有用である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の光磁気記録媒体に用いる記録再生装置の回路図である。

【図2】図2は、本発明の光磁気記録媒体に適用する光ヘッドと磁気ヘッドの構成についての概念図である。

【図3】図3は、本発明の光磁気記録媒体に適用する光磁気ヘッドの構成についての概念図である。

【図4】図4は、本発明の光磁気記録媒体に適用する光ヘッドと磁気ヘッドの構成についての概念図である。

【図5】図5は、本発明の光磁気記録媒体に適用する光磁気ヘッドの構成についての概念図である。

【図6】図6は、本発明の光磁気記録媒体に適用する磁性膜層の磁性の温度特性を示すグラフである。

【図7】図7は、本発明の光磁気記録媒体の積層膜構成を示す概念図である。

【図8】図8は、本発明の光磁気記録媒体の積層膜構成を示す概念図である。

【図9】図9は、本発明の光磁気記録媒体の積層膜構成を示す概念図である。

【図10】図10は、本発明の光磁気記録媒体の積層膜構成に再生用レーザ光スポットを照射した際の各磁性膜の温度分布の推定を表した図である。

【図11】図11は、本発明の光磁気記録媒体の記録ビットに照射したレーザ光スポットによって発生する熱挙動と各磁性層の磁化状態との関係を示す概念図である。

【図12】図12は、本発明の光磁気記録媒体の記録ビットに照射したレーザ光スポットによって発生する熱挙動と各磁性層の磁化状態との関係を示す概念図である。

【図13】図13は、(a) (b) 共に本発明の光磁気記録媒体の積層構造を概念的に示す断面図である。

【図14】図14は、本発明の光磁気記録媒体の光磁気記録層と記録用補助磁性膜と再生用磁性層の磁気温度特

性を示す図である。

【図15】図15は、本発明の光磁気記録媒体の積層構造を概念的に示す断面図(a)、光磁気記録媒体の各磁性膜層の磁化状態を示す概念図(b) (c)である。

【図16】図16は、本発明の光磁気記録媒体の積層構造を概念的に示す断面図(a)、光磁気記録媒体の各磁性膜層の磁化状態を示す概念図(b) (c)である。

【図17】図17は、本発明の光磁気記録媒体の積層膜構成を概念的に示す断面図である。

【図18】図18は、本発明の光磁気記録媒体の積層膜構成を概念的に示す断面図である。

【図19】図19は、本発明の光磁気記録媒体の光磁気記録層と再生用補助磁化膜と再生用磁性層と記録用補助磁化膜の磁気温度特性を示す図である。

【図20】図20は、本発明の光磁気記録媒体の積層構造を概念的に示す断面図(a)、光磁気記録媒体の各磁性膜層の磁化状態を示す概念図(b) (c)である。

【図21】図21は、本発明の光磁気記録媒体の積層構造を概念的に示す断面図(a)、光磁気記録媒体の各磁性膜層の磁化状態を示す概念図(b) (c)である。

【図22】図22は、本発明の光磁気記録媒体の積層構造を概念的に示す断面図である。

【図23】図23は、本発明の光磁気記録媒体の光磁気記録層と再生用補助磁化膜と再生用磁性層と記録用補助磁化膜の磁気温度特性を示す図である。

【図24】図24は、本発明の光磁気記録媒体の積層構造を概念的に示す断面図(a)、光磁気記録媒体の各磁性膜層の磁化状態を示す概念図(b) (c)である。

【図25】図25は、本発明の両面記録型光磁気記録媒体の積層構造を概念的に示す断面図である。

【図26】図26は、本発明の光磁気記録媒体の光磁気記録層の保磁力と反強磁性強磁性遷移磁性材料の磁気温度特性を示す図である。

#### 【符号の説明】

1、11、12 基板

3、31 誘電体膜

24、124、240 再生用磁性膜

4、10、510 光磁気記録膜

25、125、300 再生用補助磁化膜

30、130、301、330 記録用補助磁化膜

29 非磁性層

[illegible]

40 磁気ヘッド

111a 記録層

111 光磁気ディスク

111b 基板

423 トラッキングアクチュエータ

43 プレート

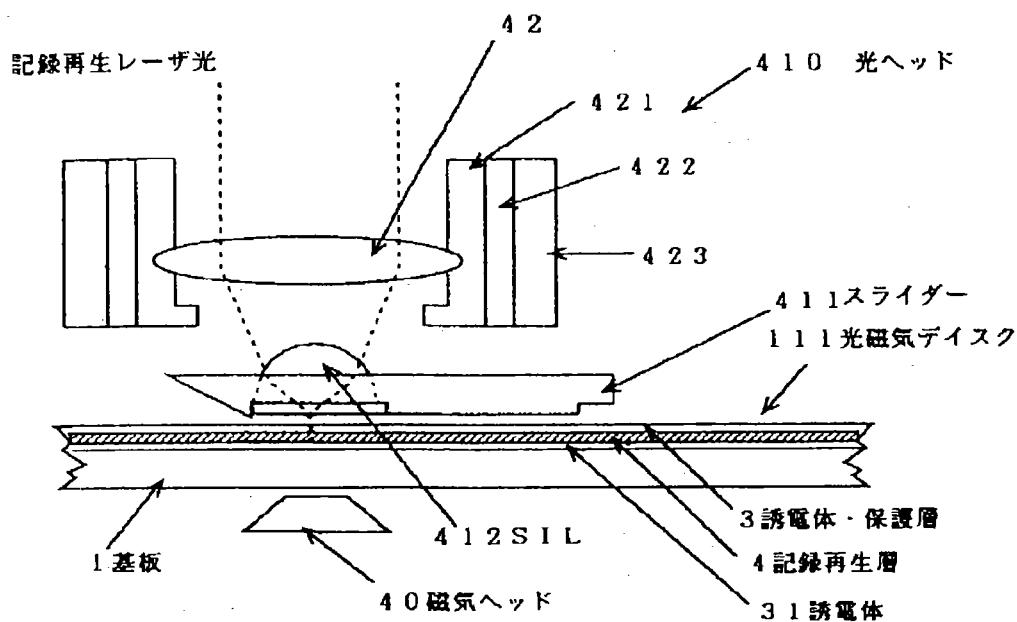
422 フォーカスアクチュエータ

421 レンズホルダー

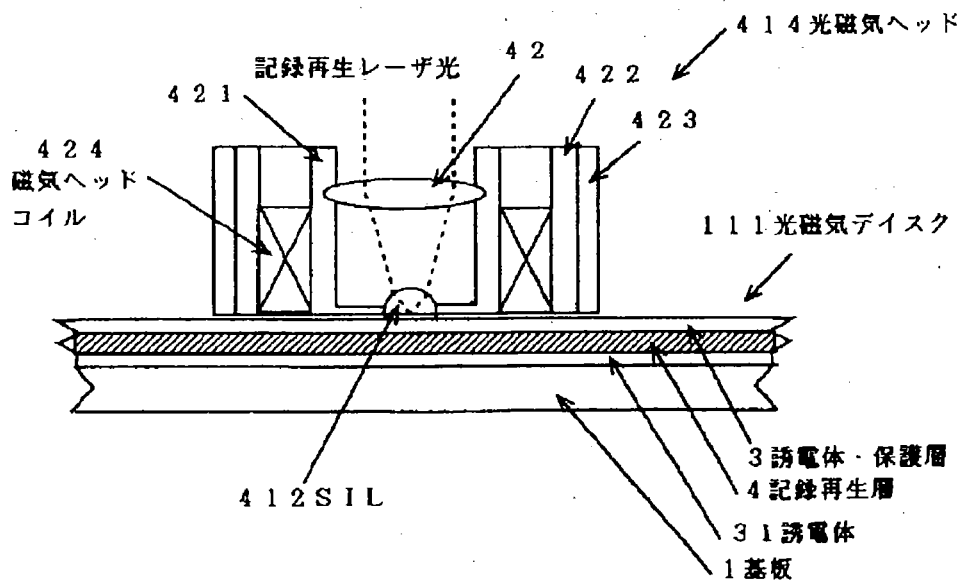
42 封鎖レンズ

410 光ヘッド

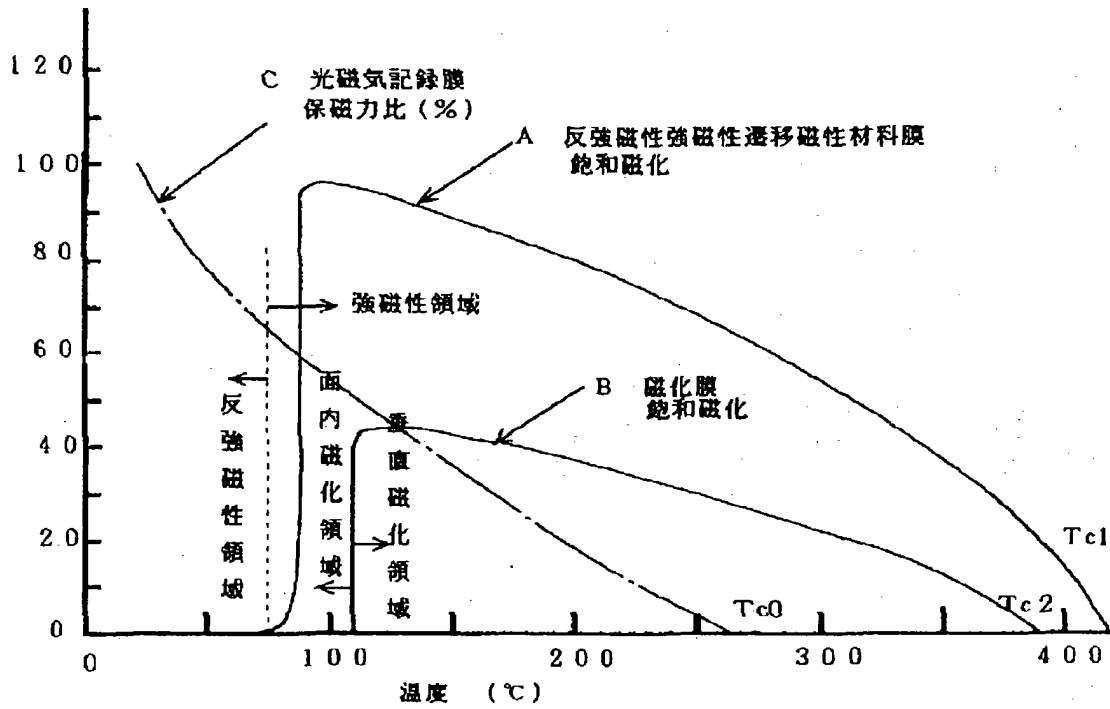
【図4】



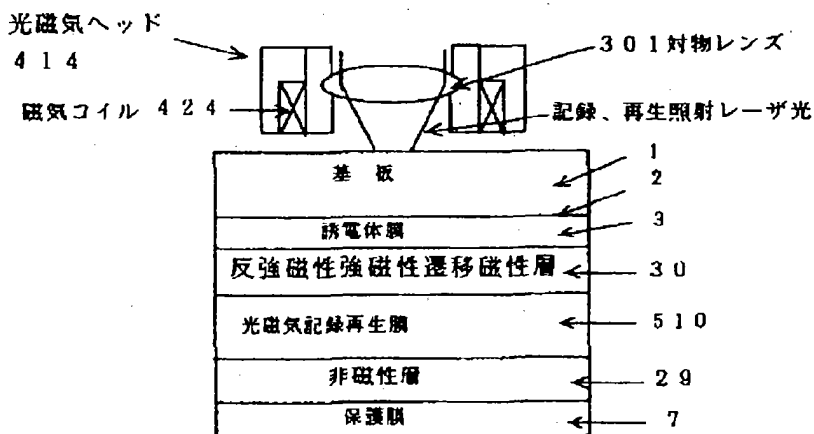
【図5】



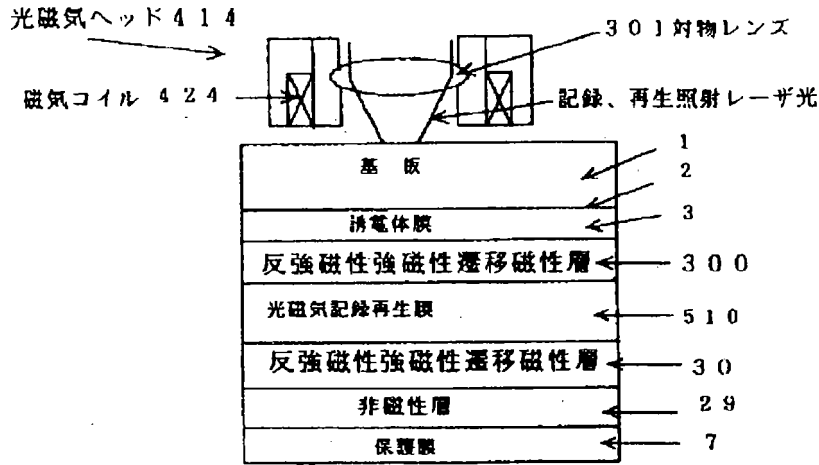
【図6】



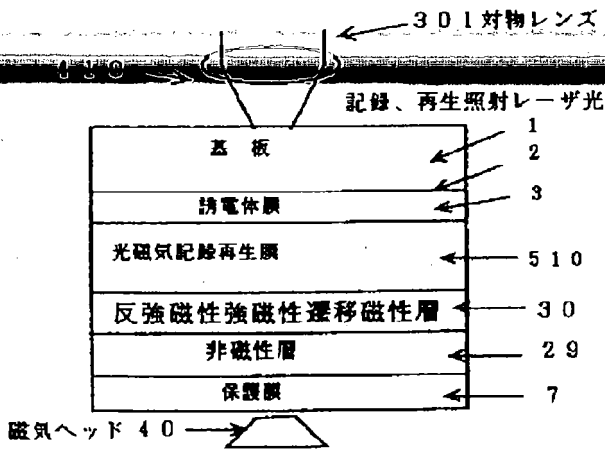
【図7】



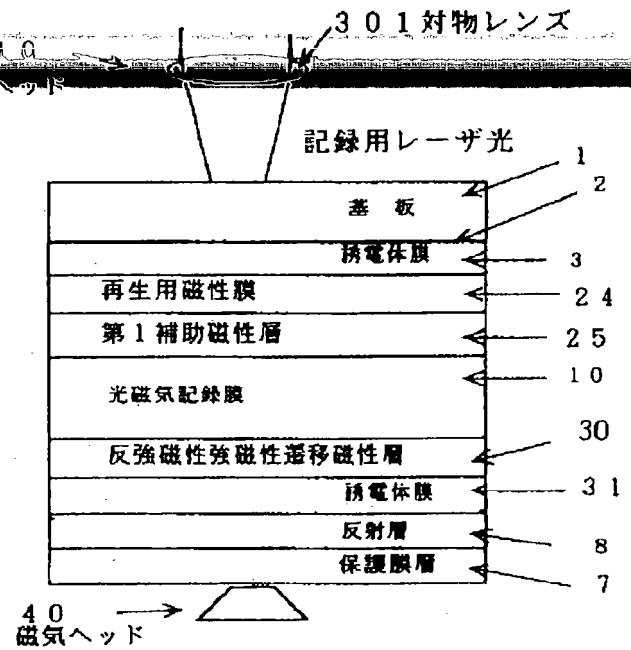
【図8】



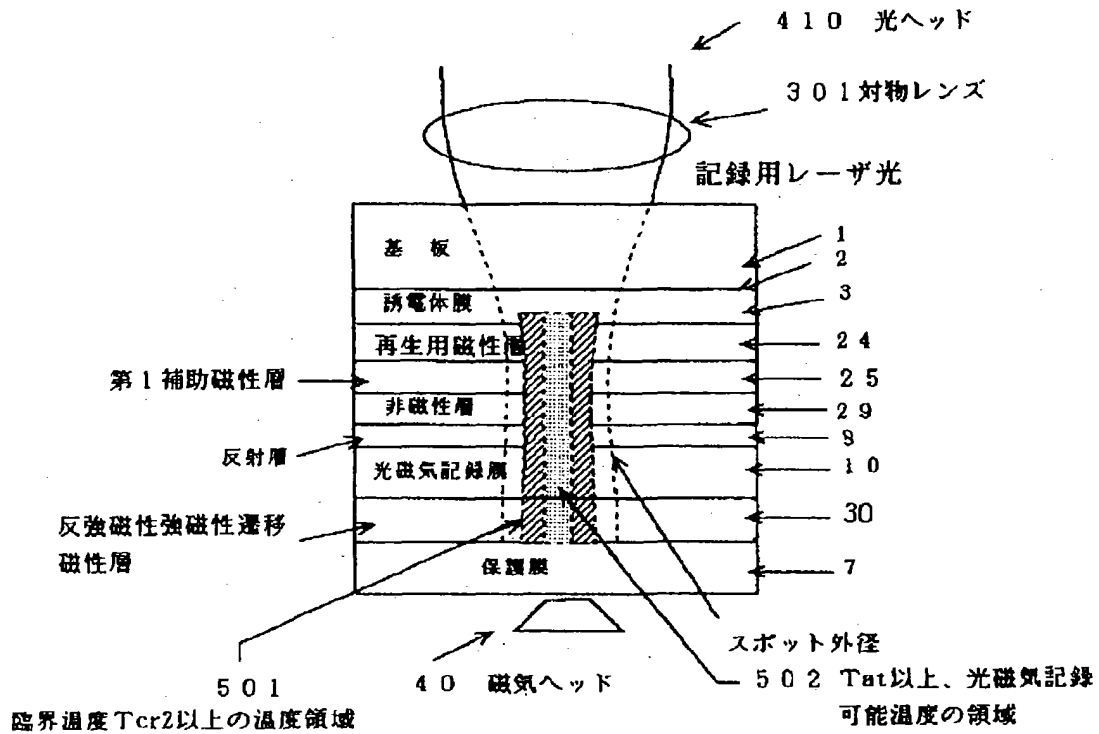
【図9】



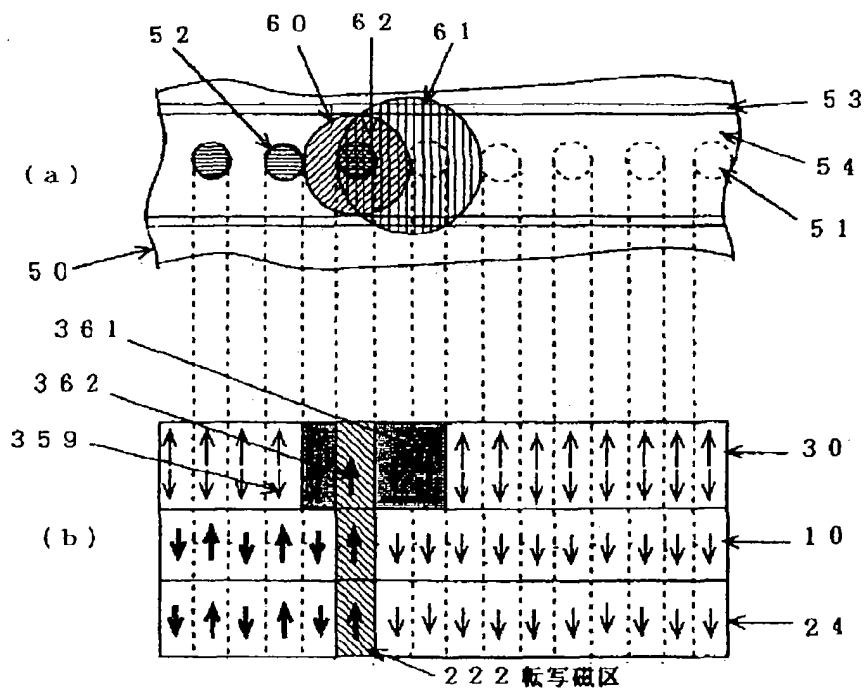
【図17】



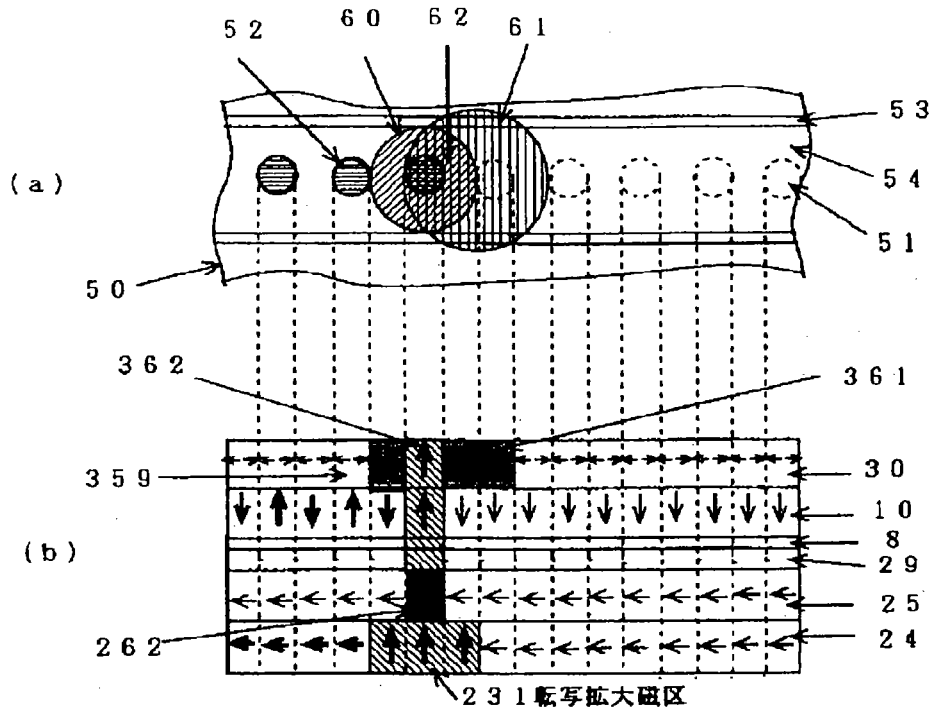
【図10】



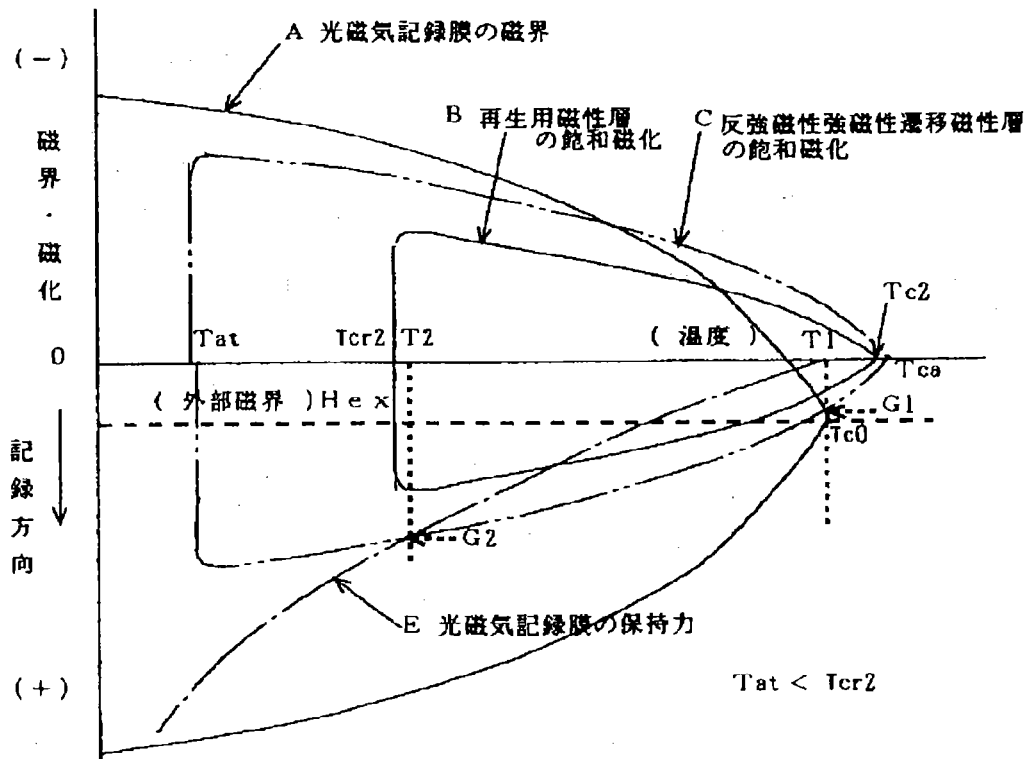
【図11】



【図12】

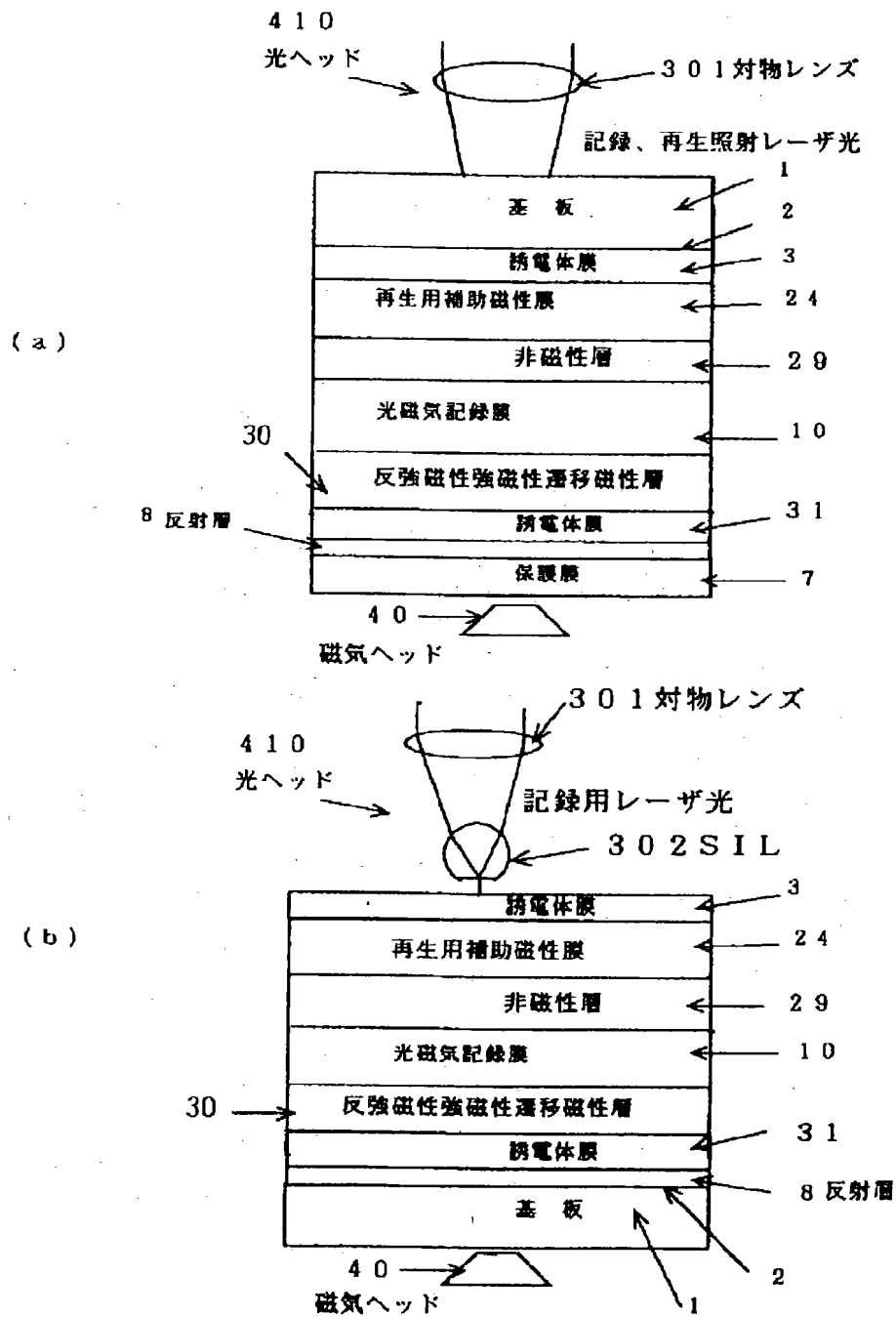


【図13】

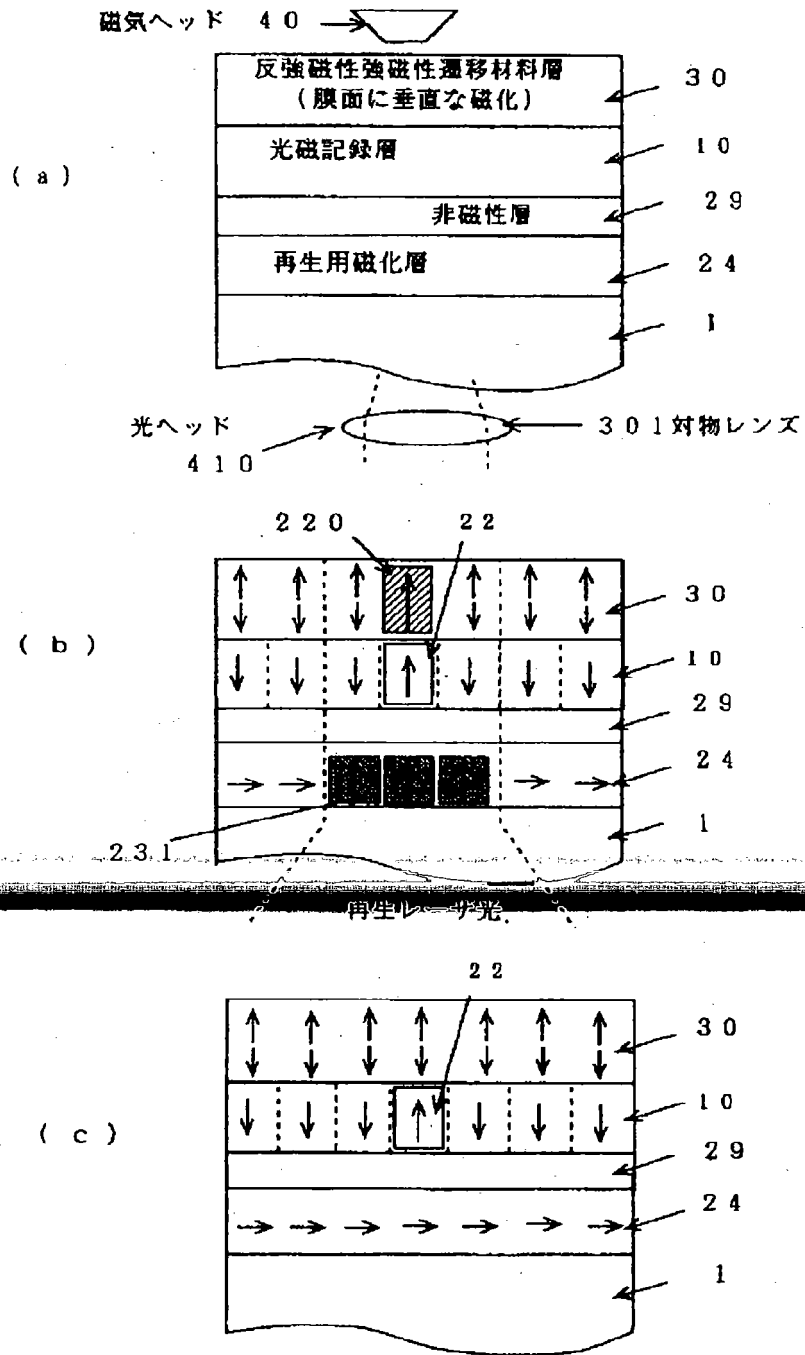




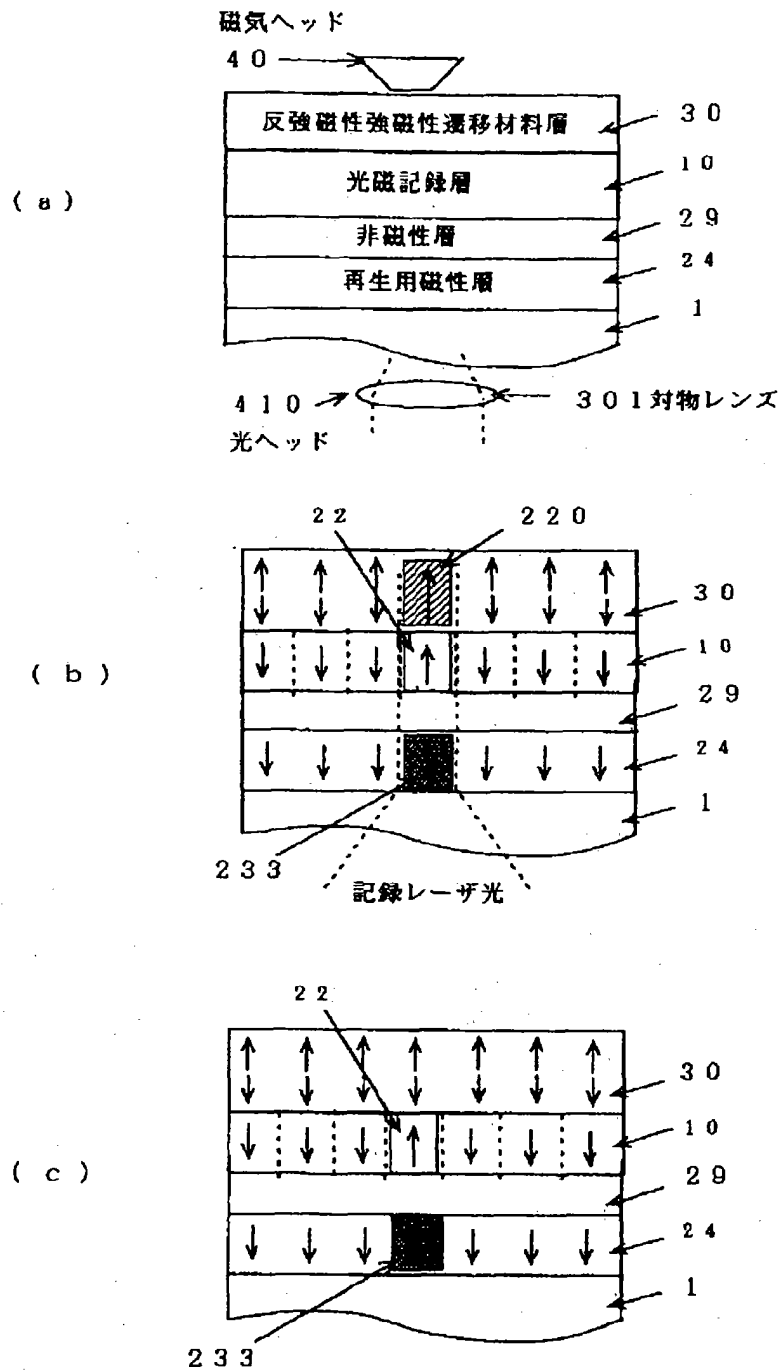
【図13】



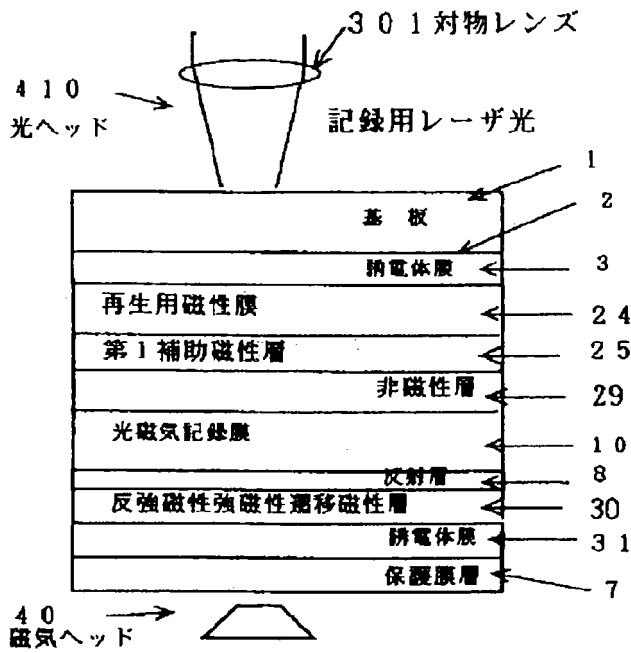
【図15】



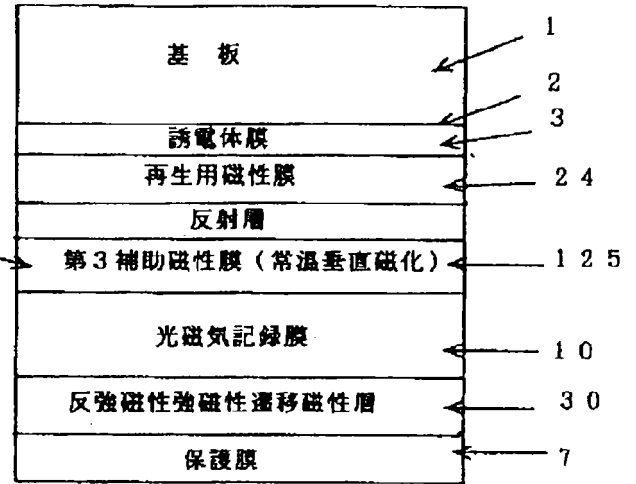
【図16】



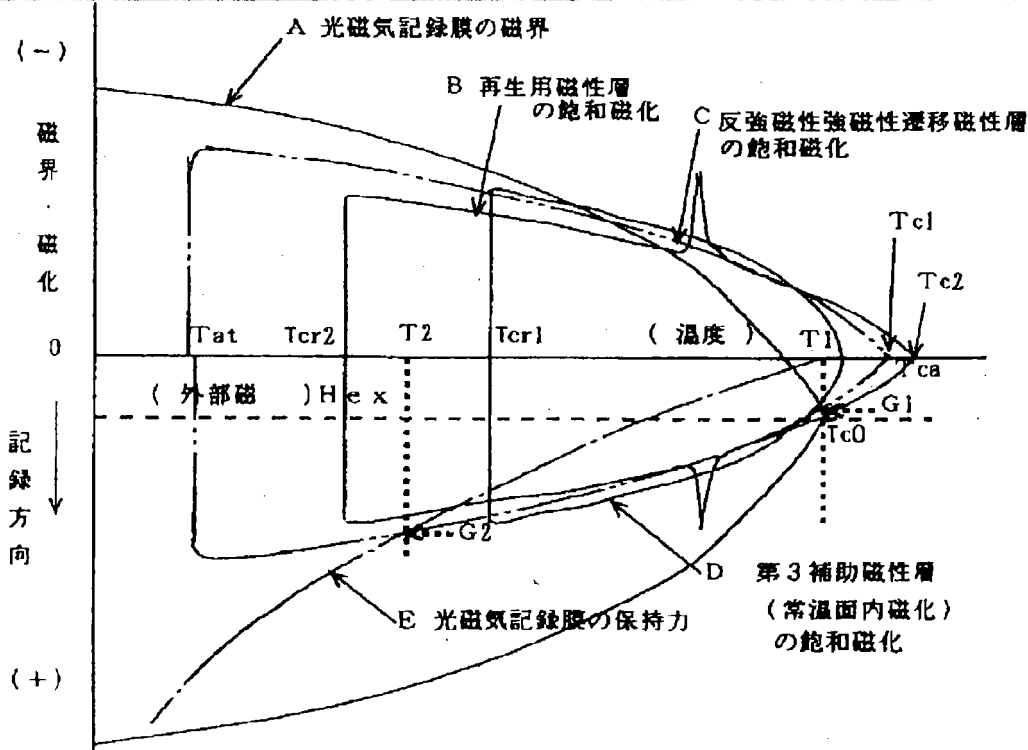
【図18】



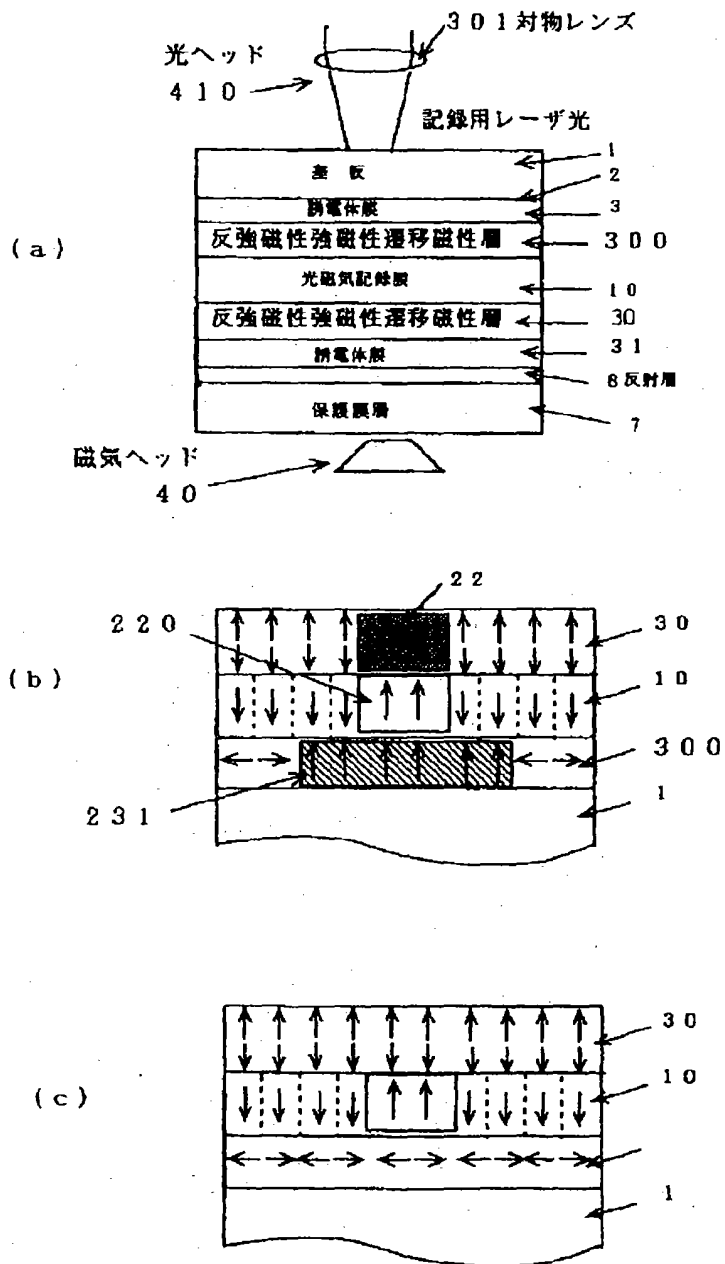
【図22】



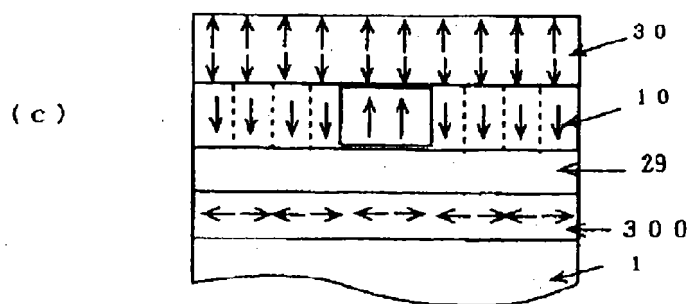
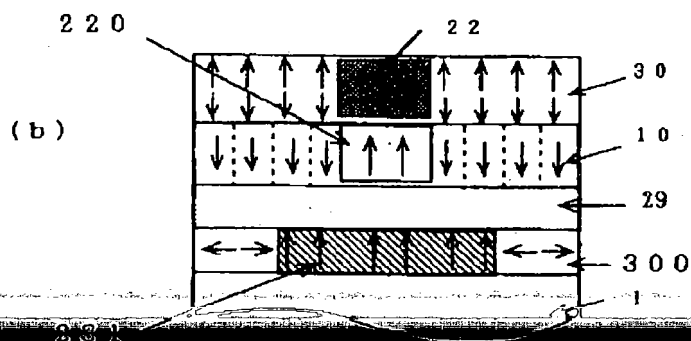
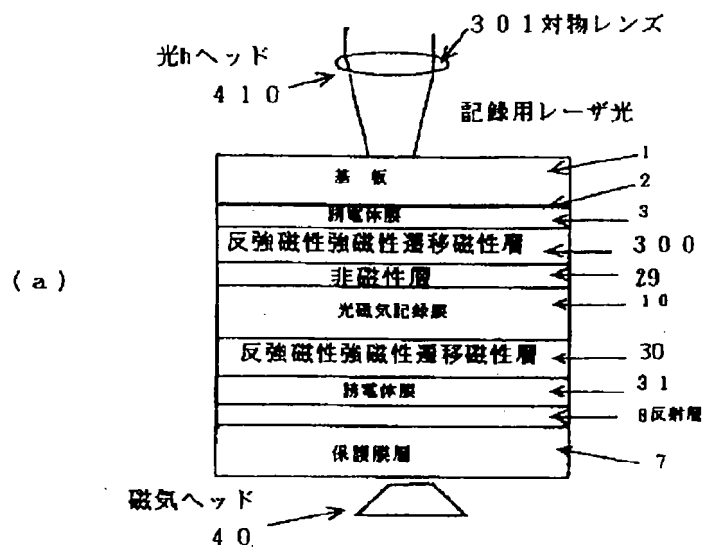
【図19】



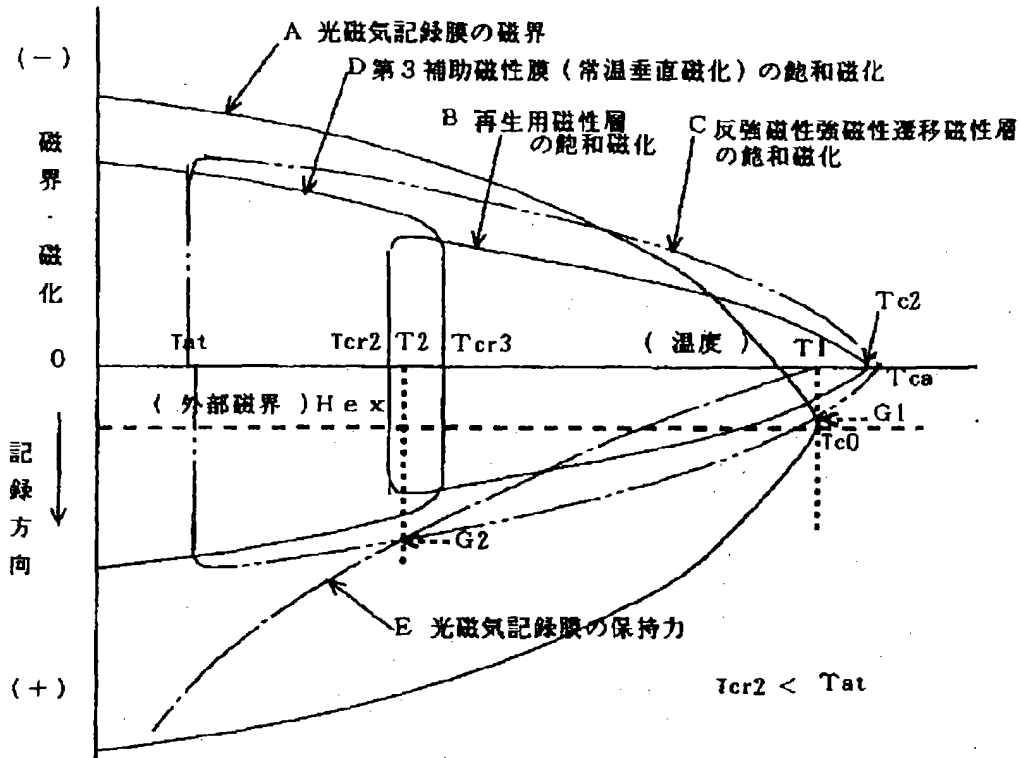
【図20】



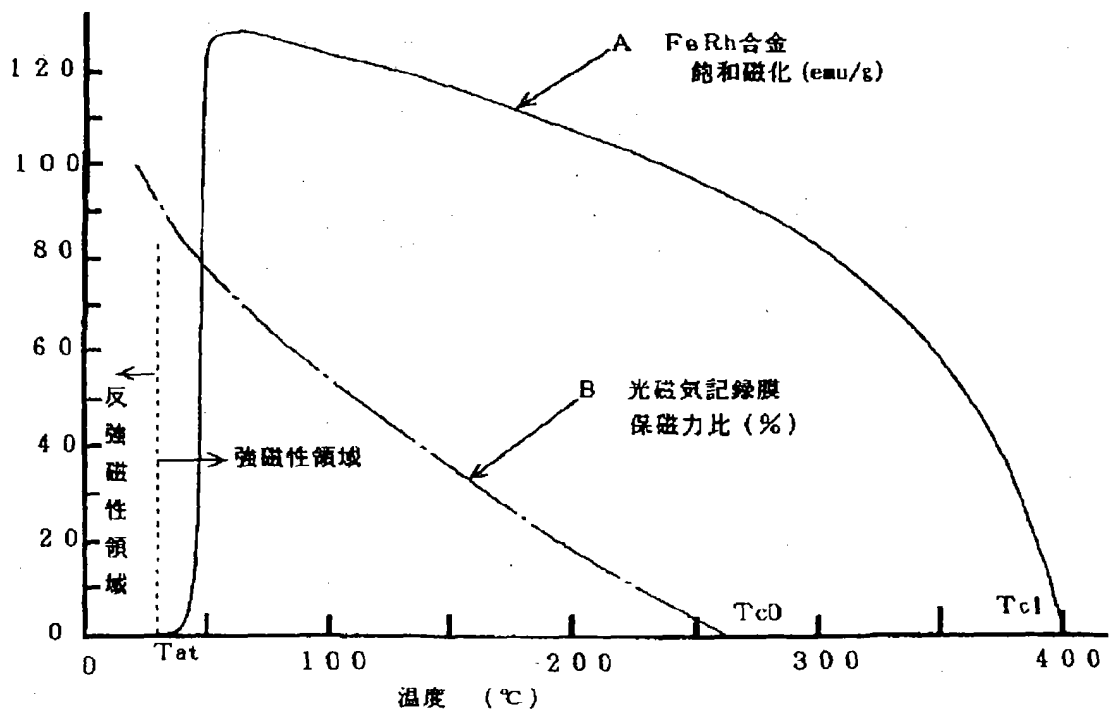
【図21】



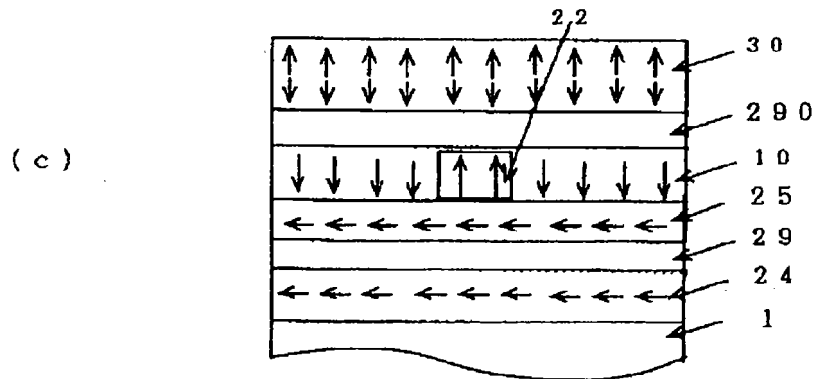
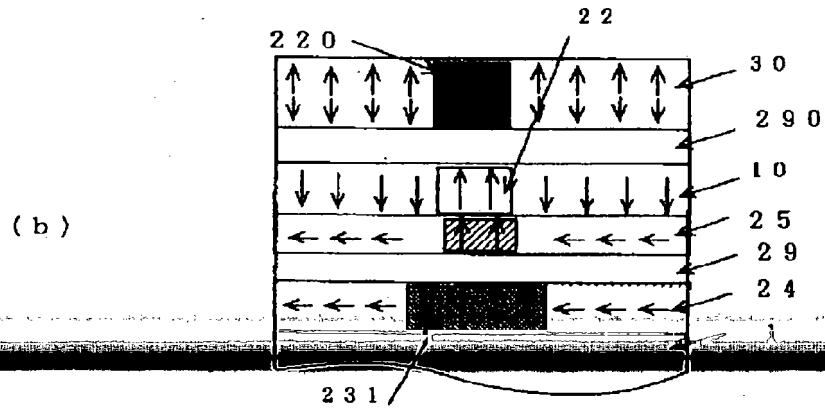
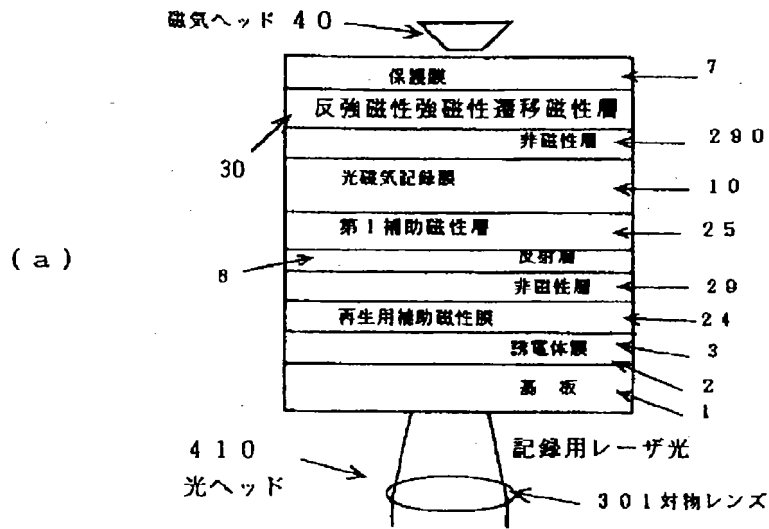
【図23】



【図26】



【図24】





【図25】

